

K



Tomasz  
Rożek

S

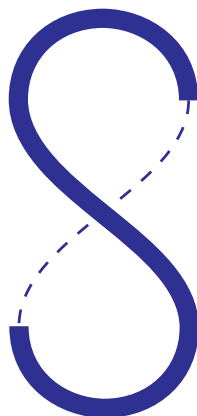
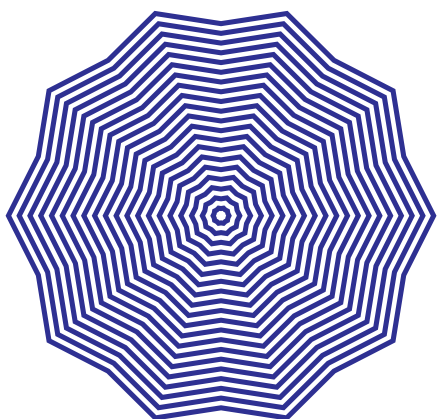
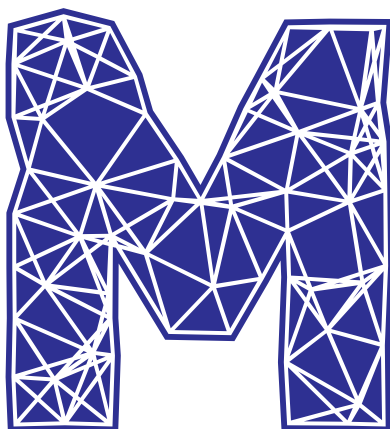
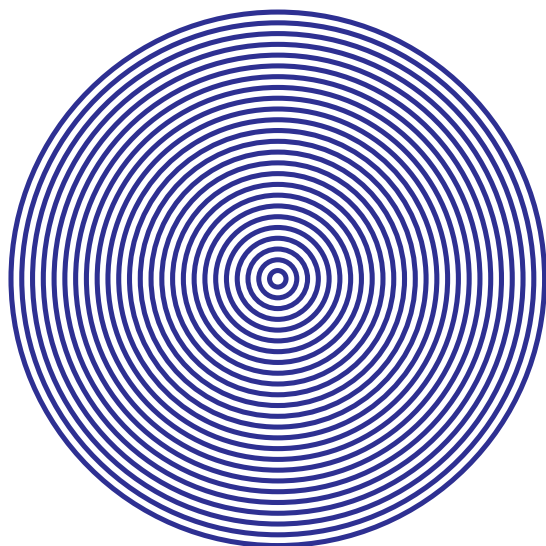
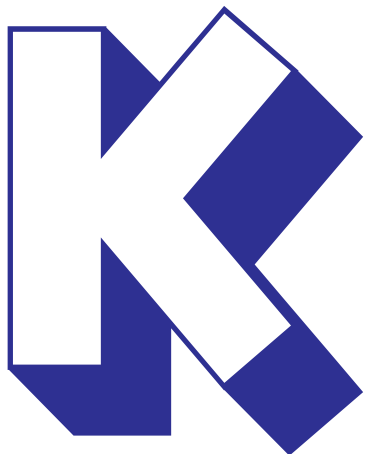
Wydawnictwo  
ab

M

Nauka  
- to  
lubie



S





**Tomasz Rożek (1976)** – doktor fizyki, dziennikarz naukowy. Artykuły popularnonaukowe publikował m.in. w „Rzeczpospolitej”, „Wiedzy i Życiu”, „Gazecie Wyborczej”, „Przekroju” czy „National Geographic Polska”. Kierownik działu Nauka i Gospodarka w tygodniku „Gość Niedzielny”. Autor programów telewizyjnych. Współpracuje z telewizją TVN: przybliża zagadnienia naukowe w weekendowym programie „Dzień dobry TVN”. Od wielu lat prowadzi w Katowicach kawiarnię naukową. W 2008 roku otrzymał tytuł „Popularyzatora nauki” przyznawany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz PAP. W 2015 roku otrzymał Nagrodę Dziennikarską „Ślad” im. biskupa Jana Chrapka. Autor książek *Nauka – po prostu. Wywiady z wybitnymi* (2011), uznanej przez Instytut Książki, redakcję czasopisma „Nowe Książki” oraz Warszawski Festiwal Nauki za najlepszą publikację popularnonaukową w sezonie wydawniczym 2010/2011, oraz *Nauka – to lubię. Od ziarnka piasku do gwiazd* (W.A.B. 2012). *Człowiek to drugi tom trylogii, której pierwszy tom Kosmos* (W.A.B. 2014) zdobył nagrodę dla najlepszej książki popularyzującej naukę wśród młodzieży podczas XXI Wrocławskich Targów Książki Naukowej. Na serwisie YouTube Tomasz Rożek prowadzi popnaukowy videoblog Nauka. To lubię. Mieszka na Śląsku z żoną Anną i dziesięcioletnimi bliźniętami: Zuzią i Jankiem.

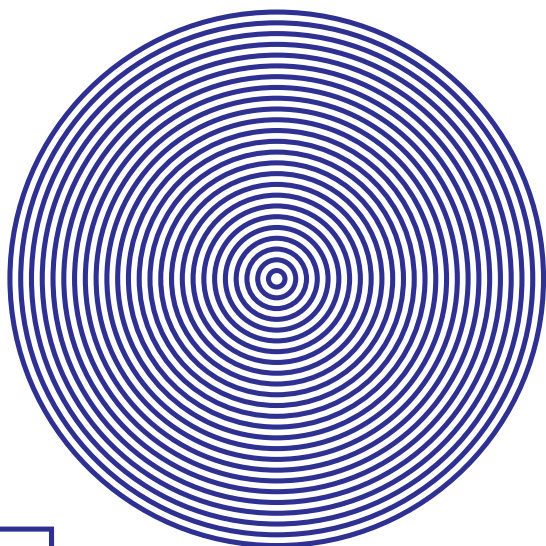
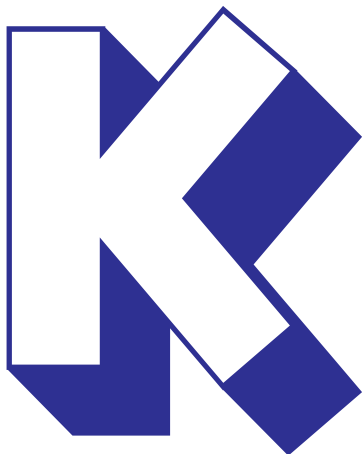
**Strony autora:**

[www.NaukaToLubie.pl](http://www.NaukaToLubie.pl)

[www.youtube.com/NaukaToLubie](http://www.youtube.com/NaukaToLubie)

[www.facebook.com/NaukaToLubie](http://www.facebook.com/NaukaToLubie)

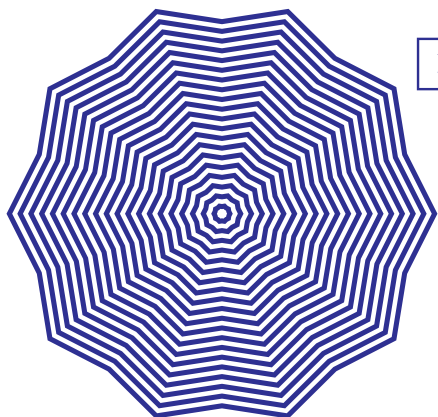
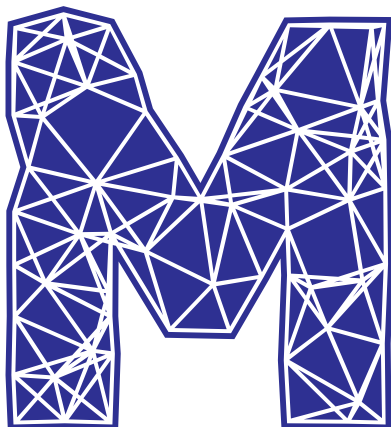
[www.sonda2.tvp.pl](http://www.sonda2.tvp.pl)



Tomasz  
Rożek

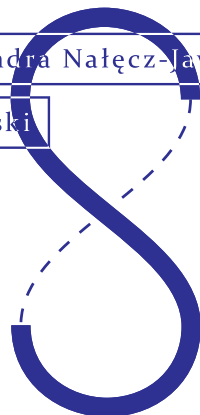


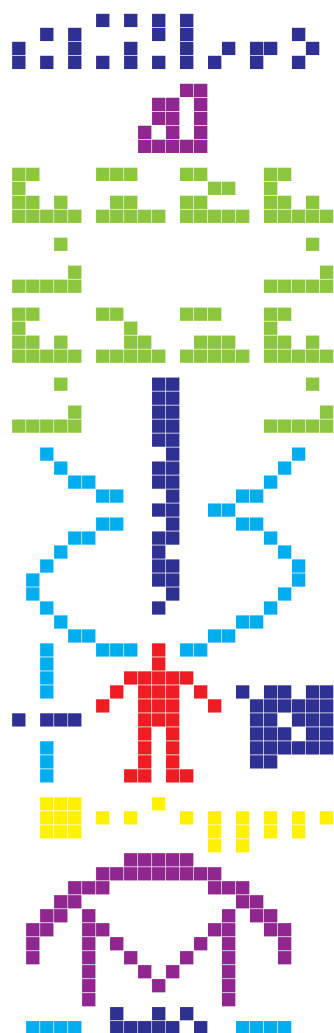
Wydawnictwo  
ab



Ilustracje: Aleksandra Nałęcz-Jawecka

Tomasz Kędzierski





Copyright © by Tomasz Rożek, MMXIV

Wydanie II

Warszawa 2016

*Zuzi i Jankowi – z wielką nadzieją,  
że nic i nikt nie zabije w Was ciekawości.  
Ciekawości świata i ciekawości ludzi.*

TATA

0

# Ta opowieść...

„Błękitna kropka”, czyli fotografia Ziemi wykonana 14 lutego 1990 roku przez sondę Voyager 1 z odległości 6,4 miliarda kilometrów. Niedługo po wykonaniu zdjęcia sonda opuściła Układ Słoneczny. Obecnie znajduje się około 20 miliardów kilometrów od nas. Zgadnij, gdzie jest Ziemia.



› Powiedz, co jest najmniejsze na świecie?

› Wydaje mi się, że kwarki, czyli cząstki, z których są zlepione między innymi protony i neutrony.

› Dlaczego mówisz: „wydaje mi się”? Nie jesteś pewien?

› Dzisiaj jestem, ale jutro może się okazać, że ktoś odkrył coś jeszcze mniejszego. Wydaje nam się, że kwarków nie da się podzielić na jeszcze mniejsze kawałki. Wiele wskazuje na to, że są niepodzielne.

› Okej, w takim razie jak mały jest kwark?

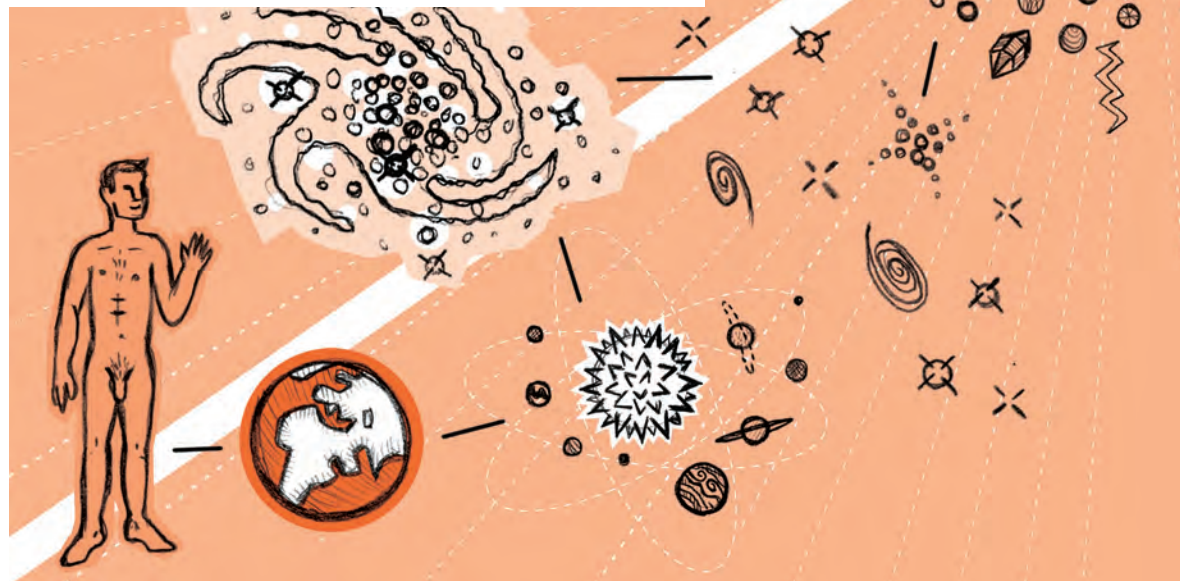
› Bałem się tego pytania, ale wiedziałem, że je zadasz. Nie da się dokładnie powiedzieć, jakiej wielkości czy jakiego kształtu jest kwark. Ale myślę, że nie skłamię, jeśli powiem, że ma wielkość kilku attometrów.

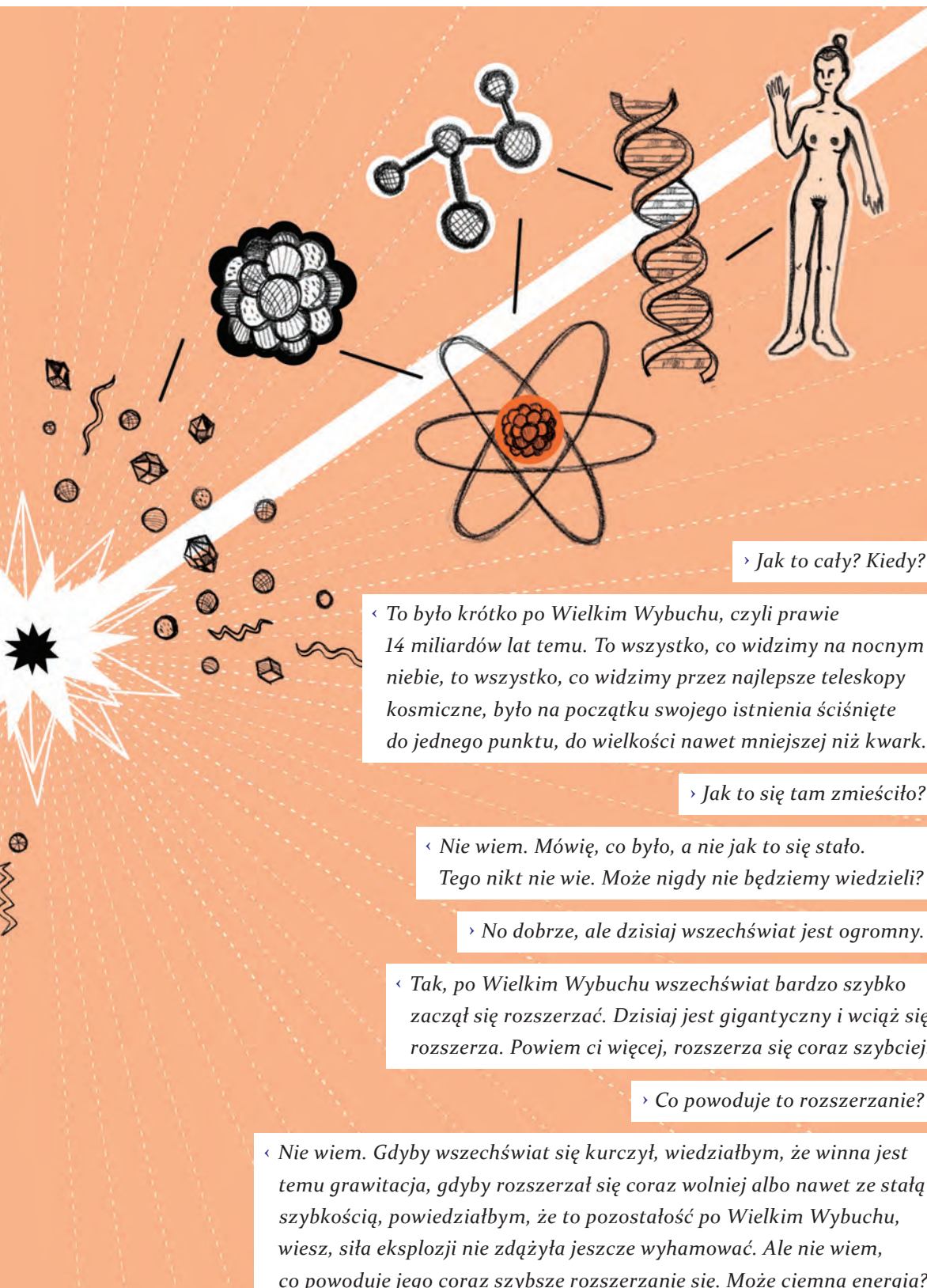
› A co to takiego?!

› Attometr to jedna trylionowa część metra. Gdyby metr podzielić na milion kawałków, a potem wziąć jeden z nich i podzielić znowu na milion, i jeszcze raz wziąć jeden kawałek z miliona podzielonego na milion, i znowu podzielić na milion części, otrzymalibyśmy attometr. Mniej więcej takiej wielkości są kwarki.

› Aż takie małe? Skąd my to wiemy?

› Z eksperymentów, które naukowcy przeprowadzają w laboratoriach fizyki cząstek elementarnych. A wiesz, że cały wszechświat był kiedyś wielkości jednego kwarka?





› Jak to cały? Kiedy?

‹ To było krótko po Wielkim Wybuchu, czyli prawie 14 miliardów lat temu. To wszystko, co widzimy na nocnym niebie, to wszystko, co widzimy przez najlepsze teleskopy kosmiczne, było na początku swojego istnienia ściśnięte do jednego punktu, do wielkości nawet mniejszej niż kwark.

› Jak to się tam zmieściło?

‹ Nie wiem. Mówię, co było, a nie jak to się stało. Tego nikt nie wie. Może nigdy nie będziemy wiedzieli?

› No dobrze, ale dzisiaj wszechświat jest ogromny.

‹ Tak, po Wielkim Wybuchu wszechświat bardzo szybko zaczął się rozszerzać. Dzisiaj jest gigantyczny i wciąż się rozszerza. Powiem ci więcej, rozszerza się coraz szybciej.

› Co powoduje to rozszerzanie?

‹ Nie wiem. Gdyby wszechświat się kurczył, wiedziałbym, że winna jest temu grawitacja, gdyby rozszerzał się coraz wolniej albo nawet ze stałą szybkością, powiedziałbym, że to pozostałość po Wielkim Wybuchu, wiesz, siła eksplozji nie zdążyła jeszcze wyhamować. Ale nie wiem, co powoduje jego coraz szybsze rozszerzanie się. Może ciemna energia?

◁ Dzisiaj nikt nie wie czym ona jest, ale myślę, że w przyszłości poznamy odpowiedź na to pytanie.

▷ A jak duży jest dzisiaj cały kosmos?

◁ Chyba kilkanaście, może kilkadziesiąt kwadrylionów metrów.

▷ Naprawdę istnieje taka liczba? Nie żartujesz?

◁ Nie, kwadrylion to 1 z 24 zerami.

▷ Nie mogę uwierzyć, że coś, co dzisiaj jest tak ogromne, kiedyś było tak małe.

◁ I mnie się to nie mieści w głowie. Ale musisz przyznać, że to fascynująca sprawa.

▷ To prawda. Zastanawiam się tylko, czy było tak, jak opowiadasz? A może ktoś się pomylił i wszechświat nigdy nie był taki mały?

◁ Tak, to możliwe, choć niezwykle mało prawdopodobne. Wiele niezależnych badań wskazuje na to, że wszechświat niecałych 14 miliardów lat temu był w jednym punkcie.



Scena z filmu *Gwiezdne Wojny: Część VI – Powrót Jedi*. Na planecie Tatooine rozmawiają C-3PO (po lewej) oraz R2-D2.



› Ten jeden punkt jest rzeczywiście intrygujący. Wszystko było w punkcie. On się tak po prostu pojawił?

‹ Trudno powiedzieć. Nie wiadomo też, ile trwał.

› A co było, zanim powstał?

‹ Hmm, dobre pytanie. Ale czy dla fizyka? Może raczej dla filozofa albo teologa. Czeka, czekaj, gdzieś miałem zaznaczony cytat na ten temat. O! Mam. Wiesz, kto to jest Leon Lederman?

› Nie mam pojęcia.

‹ To amerykański fizyk i laureat Nagrody Nobla.

› Co takiego powiedział?

‹ On w zasadzie odpowiedział na twoje pytanie o to, co było przed Wielkim Wybuchem. Posłuchaj: „Na Samym Początku była pustka – zadziwiająca forma próżni – nicosć niezawierająca żadnej przestrzeni, żadnego czasu, żadnej materii, żadnego światła, żadnego dźwięku. Jednak prawa natury były na swoim miejscu i ta dziwna próżnia posiadała potencjał. **Ta opowieść dotyczy wszechświata** i niestety, nie mamy żadnych danych na temat Samego Początku. Żadnych, zero. Nie wiemy nic o wszechświecie, aż do momentu, gdy osiąga on dojrzały wiek bilionowej, trylionowej części sekundy. Tylko Bóg wie, co stało się na Samym Początku”.

- <sup>1</sup> Ta opowieść dotyczy wszechświata. Ta książka dotyczy wszechświata. Opisuję w niej rzeczy, które są większe od człowieka. Od całego kosmosu, przez galaktyki, gwiazdy i planety, a na biologicznym życiu kończąc. Ale ta książka to pierwsza część trylogii. Drugą część, którą mam nadzieję zakończyć za kilka miesięcy, poświęcę człowiekowi, a w trzeciej opiszę świat rzeczy małych. Bardzo małych. Takich jak wspomniane kwarki. Te trzy książki będą dotyczyły wszechświata. Ale na pewno nie będą jego kompletnym obrazem. Najwyżej wycinkiem tego, co wiemy. A to, co wiemy, jest wycinkiem tego, co jest. Jak to wszystko pojąć? Jak to wszystko zrozumieć? Jak to sobie wyobrazić? Nie wiem, czy to w ogóle możliwe. Otaczają nas rzeczy duże i małe. Niektóre są tak małe, że z trudem budujemy urządzenia, które umożliwiają nam ich podglądanie. Niektóre z tych urządzeń bardziej przypominają stację kosmiczną niż mikroskop.
- <sup>2</sup> Z kolei rzeczy duże są tak duże, że stojąc na powierzchni Ziemi, nie jesteśmy w stanie objąć ich ani wzrokiem, ani nawet wyobraźnią. A jednak istnieją. I co do tego nie ma wątpliwości. Zarówno światem w skali mikro, nano czy atto, jak i tym w skali mega, giga i tera rządzą te same zasady, działają w nich dokładnie te same prawa fizyki. I te same siły. Te same, ale nie tak samo. I to kolejna fascynująca sprawa.
- <sup>3</sup> Ta książka jest pełna spraw, które mnie fascynują. Pełna intrygujących i zaskakujących opisów. Dla kogo przeznaczonych? Nie, nie tylko dla fizyków czy matematyków. Ale na pewno dla ludzi ciekawych świata. Niezależnie od wieku i wykształcenia. Dla tych, którzy szczególnie interesują się tematem, dla tych, których udało mi się nim zainteresować, stworzyłem dodatkowe opisy na marginesach. Mniejszym drukiem podaję jeszcze więcej szczegółów i analogii. Dialogi, których w książce

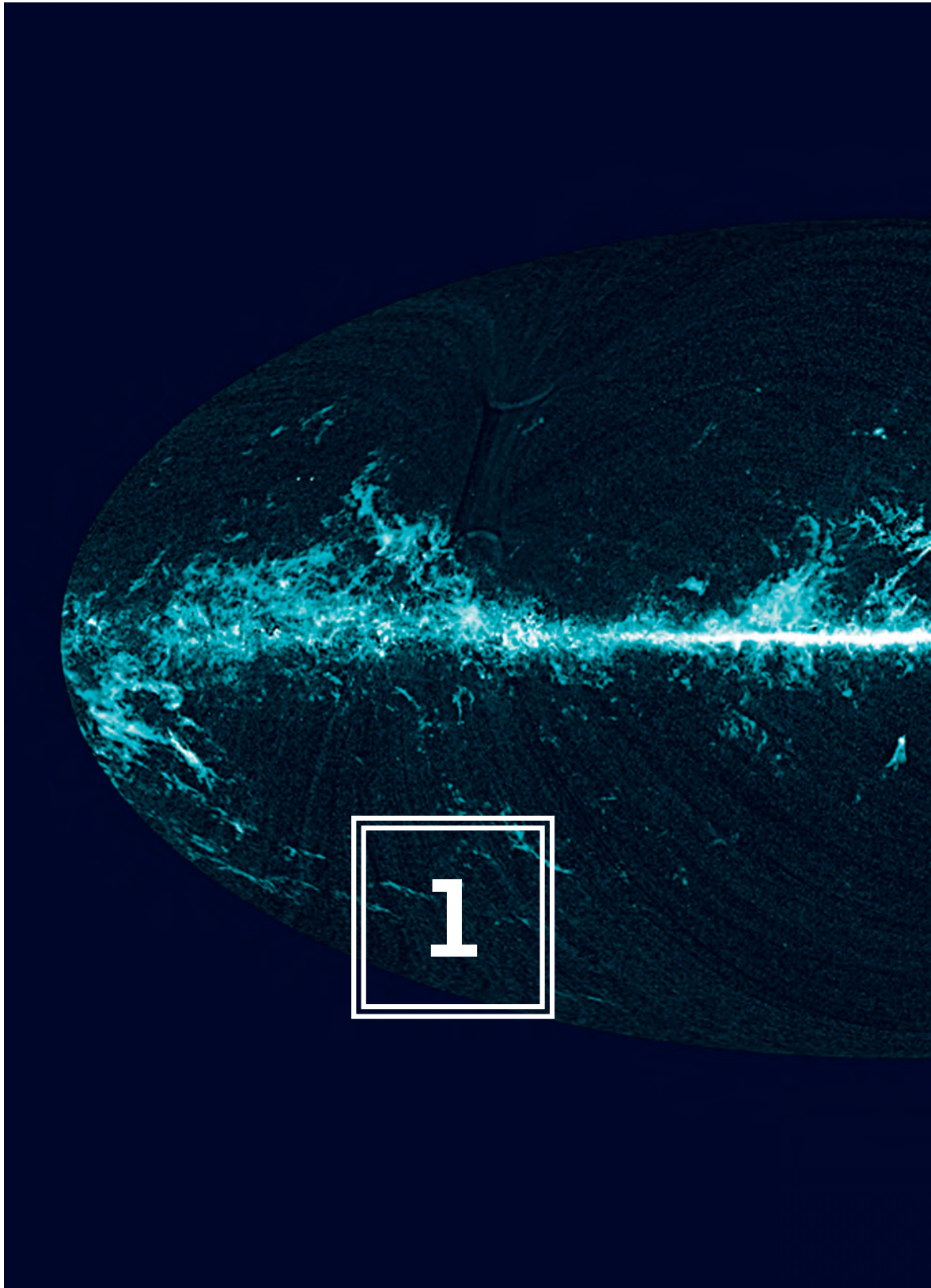
jest kilkadziesiąt, to chyba najbardziej intuicyjny sposób na przekazywanie informacji. No i dodatkowe teksty na pomarańczowym tle to podsumowania, doświadczenia i dygresje. Chyba najbardziej czasochłonne okazało się jednak dobranie interesujących zdjęć. Nie, nie dlatego, że jesteśmy społeczeństwem obrazkowym. Tylko dlatego, że jeden obraz mówi więcej niż 1000 słów. Co ja mówię, niż 10 000 słów.

- <sup>4</sup> Rzeczy małe i duże powstały nie z przypadku, tylko w wyniku jakiegoś planu, jakiegoś projektu. Bez którejkolwiek z nich konstrukcja całego wszechświata by się zawaliła. Są jak zębatki zegara, który kiedyś został nakręcony i tyka do dzisiaj. Ten doskonale naoliwiony mechanizm jest dla nas wielką tajemnicą. Rozumiemy go w zaledwie małym wycinku. Czy kiedykolwiek poznamy w całości? Nie wiem, ale jestem pewien, że nigdy nie ustaniemy w próbach, by to zrobić. A paliwem, które nas do tego napędza, jest ciekawość. Coś, co powinno być pielęgnowane jak zielona roślina na ogromnej pustyni. Bez ciekawości zamienimy się w bezduszne istoty, którym bliżej będzie do robotów niż do ludzi.

»«

- <sup>5</sup> Mam ogromne szczęście do spotykania na mojej drodze życzliwych mi ludzi. Ta książka nie powstałaby bez ich pomocy i zaangażowania. Nie sposób wszystkich wymieniać, ale o jednej osobie nie mogę zapomnieć. O mojej Anusi. Gdyby nie wspinała Rodzina, jaką mam, nie widziałbym sensu jakiegokolwiek działania.

T.R.



**1**

# Wszechświat

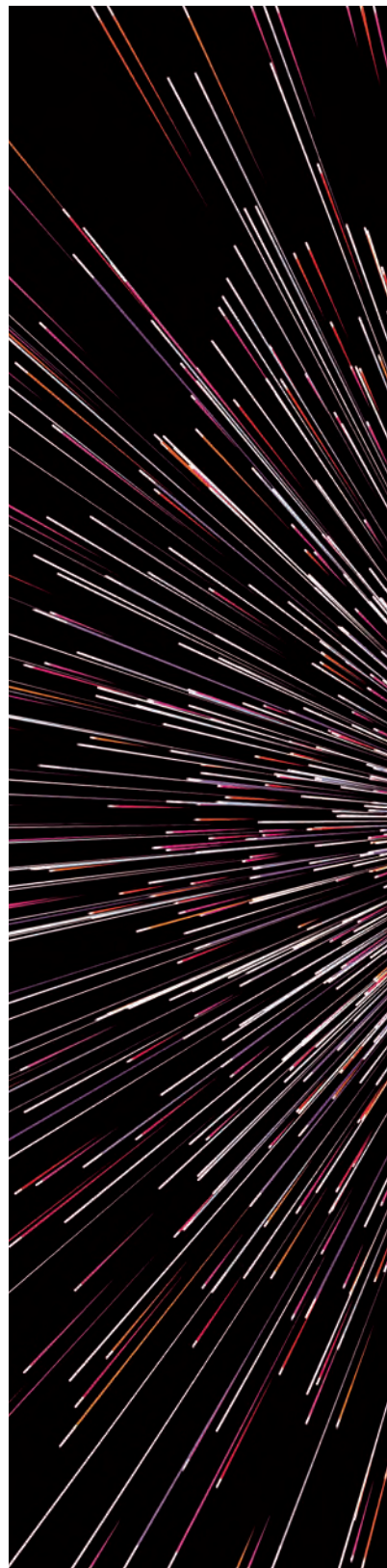


Tak galaktykę Drogi Mlecznej widzi orbitalna sonda Planck. Na zdjęciu rozmieszczenie obłoków gazu (głównie wodoru) i drobnego pyłu. W takich obłokach rodzą się gwiazdy.



- › Jak wszystko się zaczęło?
- ‹ Nie wiem. Mówię serio. Nie mam pojęcia. Wiem, co stało się chwilę po „zaczęciu”.
- › Co?
- ‹ Wszystko, co widzisz dookoła, zbudowane jest z zaledwie kilku klocków. Trzy kwarki tworzą protony i neutrony. Te dwa elementy oraz elektrony budują atomy. Nie wszystkie pierwiastki powstały od razu, jednak w czasie Wielkiego Wybuchu powstały te najbardziej podstawowe klocki, te, których nie da się już podzielić na mniejsze. Chwilę po powstaniu te najmniejsze klocki zaczęły się ze sobą sklejać w coraz większe. Z kwarków powstały protony i neutrony, a chwilę później z protonów, neutronów oraz elektronów powstały najmniejsze atomy.
- › Jak długo to trwało?
- ‹ To nie były miliony lat, to nie były nawet godziny. Kilka minut po Wielkim Wybuchu powstały protony i neutrony. Kilkanaście minut później istniały już najlżejsze atomy.
- › Tak szybko? Kiedy do tego doszło? Kiedy był Wielki Wybuch?
- ‹ Mniej niż 14 miliardów lat temu. Trudno sobie wyobrazić tak dużą liczbę. Gdyby rok trwał jedną sekundę, Wielki Wybuch zdarzyłby się ponad 440 lat temu.
- › A gdzie w kosmosie zdarzył się Wielki Wybuch?
- ‹ Wszędzie. Wiem, trudno to zrozumieć. W chwili Wielkiego Wybuchu cały wszechświat był w jednym punkcie i poza tym jednym punktem nie było nic. Wyobraź sobie balon, który jest jednym punkcikiem. Patrząc na niego, gdy jest już nadmuchany, spróbuj odpowiedzieć, gdzie był ten początkowy punkcik. Odpowiedź jest jedna – wszędzie.

1 Dzisiejsza wiedza o wszechświecie nie ma nawet 100 lat. 90 lat temu uważano, że w całym kosmosie jest tylko jedna galaktyka – nasza Droga Mleczna. Teorię Wielkiego Wybuchu (A) ostatecznie potwierdzono niespełna 50 lat temu, a około 40 lat temu okazało się, że wszechświat widzialny, czyli to, co widać za pomocą znanych badaczom urządzeń, jest zaledwie niewielką częścią całego wszechświata. Ale to nie koniec. Zaledwie 20 lat temu odkryto, że wszechświat rozszerza się coraz szybciej. Do jakiego odkrycia dojdzie jutro? [s. 20 ↵]









## JAK TO WSZYSTKO SIĘ SKLEIŁO?

Wszechświat po Wielkim Wybuchu był mały, gęsty i gorący. Powstające cząstki miały tak ogromną energię, że zachowywały się inaczej, niż zachowują się dzisiaj w naszym otoczeniu. Prosty przykład. Proton ma ładunek elektryczny dodatni. Dwa ładunki dodatnie odpychają się od siebie, więc trzeba sporej energii, by doprowadzić do ich zetknięcia. Ale w młodym wszechświecie energii nie brakowało i sklejanie protonów i neutronów na przykład w jądro pierwiastka helu było możliwe. Czym więcej elementów miało się ze sobą skleić, tym więcej energii trzeba było na to zużyć. W szybko sklejąjącym się, czyli rozrastającym się wszechświecie dostępnej energii szybko ubywało. I dlatego zaraz po Wielkim Wybuchu powstały tylko najlżejsze pierwiastki. Te cięższe musiały czekać aż kilkaset milionów lat, do momentu, w którym zabłyśły pierwsze gwiazdy. Ten okres zwany jest Ciemnymi Wiekami. A to dlatego, że w trakcie jego trwania w całym kosmosie nie było źródła światła. Kosmos „zapalił się”, rozjaśnił dopiero z chwilą powstania gwiazd. W ich wnętrzach miały swój początek cięższe pierwiastki, a te najcięższe były i wciąż są produkowane w momencie, gdy wybucha duża gwiazda.

Gwiazda czerpie energię z tego, że w jej wnętrzu lżejsze pierwiastki łączą się, tworząc cięższe. To światło daje nam życie. Bez energii, jaką produkuje Słońce, nie mogłoby powstać życie na Ziemi.

<sup>2</sup> Kosmos jest ogromny i z każdym dniem staje się coraz większy. Jutro będzie większy niż dzisiaj, a dzisiaj jest większy, niż był wczoraj. Ogromny, ale jak wielki konkretnie? Średnica widzialnego wszechświata wynosi ponad 90 miliardów lat świetlnych. To znaczy, że promień światła, żeby przelecieć z jednego krańca wszechświata na drugi, potrzebuje aż 90 miliardów lat. Ta odległość to 851 400 000 000 000 000 000 000 kilometrów. Ogromna liczba! Ale jeszcze 13,7 miliarda lat temu cały wszechświat był jednym punktem. Na początku w ekspresowym tempie, a później coraz wolniej mniejsze elementy łączyły się w większe. Kwarki łączyły się, tworząc protony i neutrony, a te razem z elektronami „sklejały się”, tworząc najmniejsze atomy – wodór, jego cięższą odmianę, czyli deuter, a także hel, lit i beryl.

<sup>3</sup> I w ten sposób we wciąż „puchnącym” wszechświecie z wyprodukowanego krótko po Wielkim Wybuchu wodoru powstają gwiazdy. Dzieje się tak do dzisiaj. Zależnie od wielkości ich czas życia może być różny, ale łączy je jedno – po to, żeby żyć, potrzebują wodoru. Najlżejszego pierwiastka w kosmosie. Czy może go kiedyś zabraknąć? Tak! Już dzisiaj astronomowie zauważają, że wszechświat jest nie tylko coraz większy, lecz także coraz ciemniejszy. Efektu tego nie widać oczywiście gołym okiem, ale jest on zauważalny, jeśli porówna się zdjęcia wykonane za pomocą kilku dużych teleskopów. Astronomowie z uniwersytetu w Leiden w Holandii zrobili takie porównanie. Z ich obliczeń wynika, że dzisiaj powstaje 30 razy mniej gwiazd niż 11 miliardów lat temu. To właśnie wtedy miał miejsce gwiazdny boom. Badacze zrobili dokładne zdjęcia wszechświata w wieku 2, 4, 6 i 9 miliardów lat. Jak można zrobić zdjęcie wszechświata w wieku 2 miliardów lat, a więc 11,7 miliarda lat temu? Wystarczy zajrzeć bardzo daleko w głąb kosmosu, a wówczas dostrzeże się światło, które opuściło obserwowane galaktyki bardzo dawno temu. Spoglądając na bardzo oddalone obiekty, nie widzimy ich takimi, jakimi one są teraz, tylko takimi, jakimi były, gdy opuszczało je światło, które dopiero teraz do nas dociera. I tak astronomowie z Holandii obserwowali galaktyki bardzo odległe i te trochę bliższe. Okazuje się, że czym starszy wszechświat, tym mniej gwiazd w nim powstawało. Najwięcej gwiazd powstało,



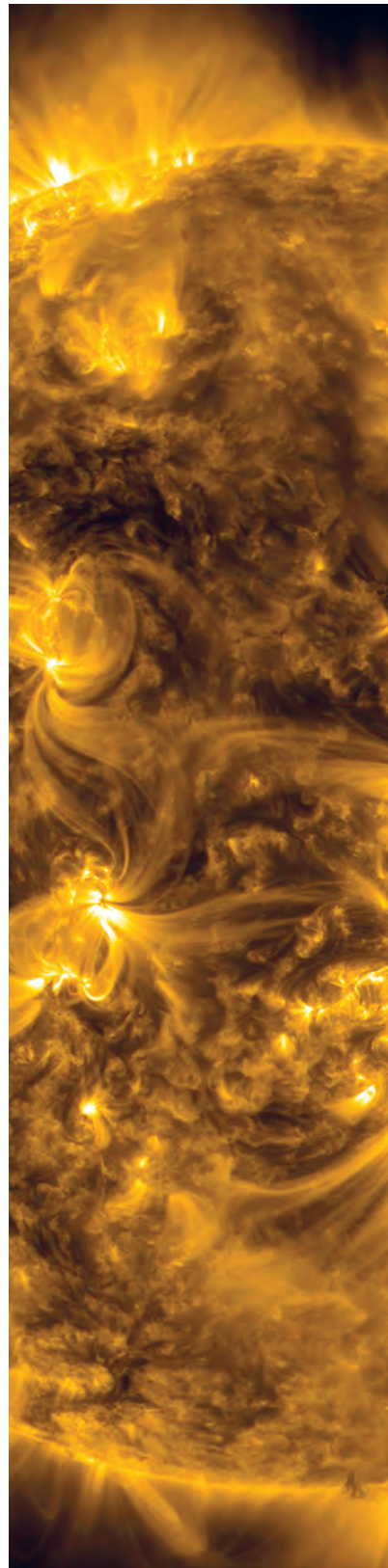


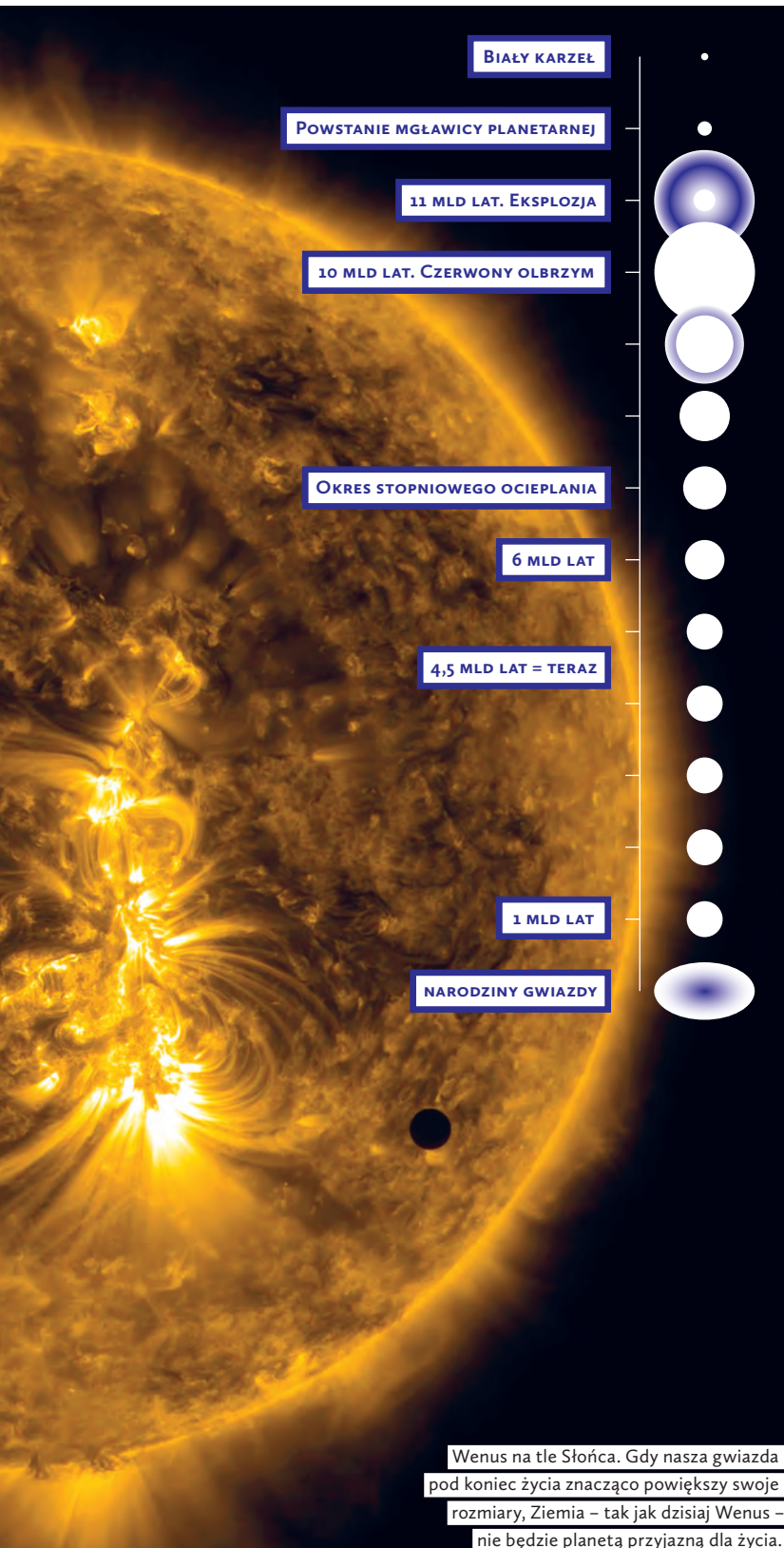
Abell 1689 – jedna z najmaszywniejszych gromad galaktyk. Znajduje się w konstelacji Panny, około 2,3 miliarda lat świetlnych od Ziemi. Zdjęcie wykonane przez kosmiczny teleskop Hubble'a.

gdy kosmos miał niecałe 3 miliardy lat. Teraz powstaje kilkadziesiąt razy mniej słońc niż wówczas. W przyszłości gwiazd będzie jeszcze mniej, ponieważ coraz mniej jest we wszechświecie ogromnych „obłoków” wodoru. Gwiazdy pewnie by powstawały, gdyby nie to, że nie mają z czego, bo choć nowa gwiazda jest w uproszczeniu ogromną kulą wodoru, gwiazda, która się starzeje, cały swój zapas wodoru zużyła na produkcję energii i cięższych pierwiastków. Naszemu Słońcu zabraknie wodoru za około 5 miliardów lat. W całym kosmosie zabraknie go za biliony bilionów lat, w przyszłości tak odległej, że aż trudnej do wyobrażenia. Ale niezależnie od tego, kiedy się to stanie, z badań i obliczeń teoretycznych wynika, że kiedyś wszechświat będzie całkowicie ciemny (B).

4 Z badań astronomów z Leiden wynika, że połowa tych gwiazd, które teraz świecą w kosmosie, ma więcej niż 9 miliardów lat. Co więcej, ta połowa powstała w pierwszych 2 miliardach lat po Wielkim Wybuchu. Po to, by powstała druga połowa gwiazd, potrzeba było 10 miliardów lat, a więc 5 razy więcej czasu. To logiczne! Skoro zasoby paliwa (wodoru) wyczerpują się, coraz więcej czasu potrzeba na to, by utworzyła się gwiazda. Średni wiek gwiazd we wszechświecie będzie więc coraz większy.

- › *Dlaczego gwiazdy będą coraz starsze?*
- › *Bo „rodzi się” coraz mniej nowych gwiazd. Wytłumaczę ci to inaczej. W Polsce rodzi się coraz mniej dzieci, a więc społeczeństwo starzeje się. Ludzie starzy umierają, ale na ich miejsce nie rodzą się nowi Polacy. W efekcie nie tylko statystyczny Polak jest coraz starszy, lecz w ogóle jest nas coraz mniej.*
- › *A więc z gwiazdami jest jak z ludźmi?*
- › *Mniej więcej. Największa różnica polega na tym, że proces starzenia się społeczeństwa jest rozciągnięty na kilkadziesiąt lat, a proces starzenia się gwiazd na setki miliardów. I nic na to nie poradzimy.*
- › *Lepiej patrzeć w niebo, bo w przyszłości nie będzie na nim gwiazd?*
- › *O to nie musisz się martwić. Ani za twojego życia, ani twoich dzieci, nawet nie za życia przynajmniej kilku tysięcy pokoleń nikt nie zauważy na niebie zmniejszającej się liczby gwiazd.*





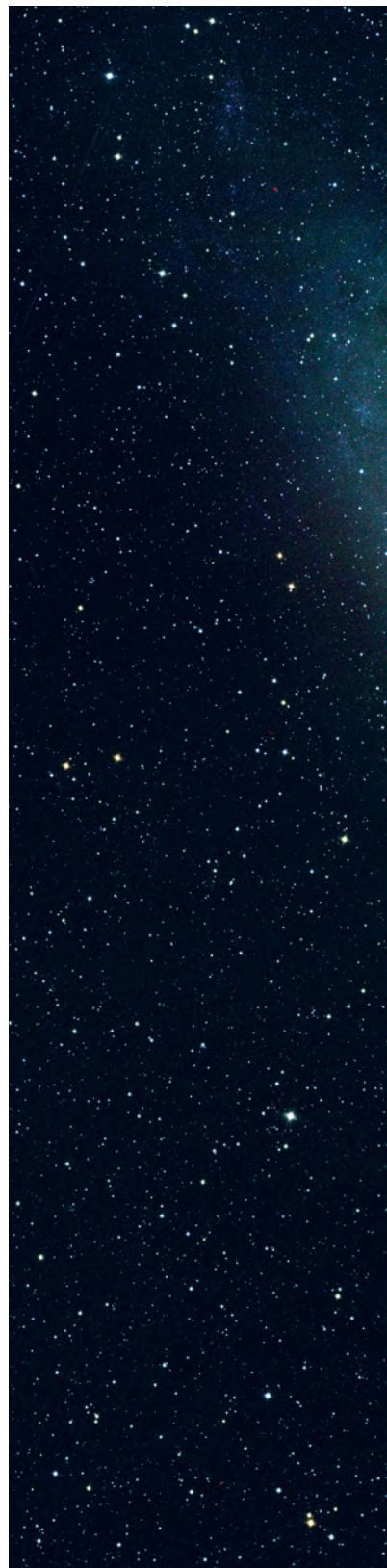
(B) Jak będzie wtedy wyglądał wszechświat? Trudno mówić o jakimkolwiek wyglądzie, skoro nie będzie w nim źródeł światła, dzięki którym można cokolwiek zobaczyć. Ale powiedzmy, że jakimś sposobem na chwilę w takim ciemnym wszechświecie – jak w ciemnym pokoju – uda nam się włączyć światło. Co wtedy zobaczymy?

- <sup>b</sup> Zgliszczą gwiazd, popioły, które same będą się rozpadały. Nawet te niewielkie „kupki materii”, tak jak małe zameczki z piasku, zostaną „rozwiane”. W chwili, w której zgaśnie ostatnie słońce, zakończy się era gwiazd. Jeden z wielu okresów ewoluującego wszechświata. Ostatnimi gwiazdami we wszechświecie będą czerwone karły. Małe gwiazdy, które właśnie z powodu swoich rozmiarów, najdłużej mogą korzystać z zapasów energii, jakie mają do dyspozycji. Za około 100 trylionów lat i one zgasną. Trylion to liczba, która ma 18 zer.
- <sup>b</sup> Czerwonych karłów jest jednak niewiele. Będą jak małe świetlne punkciki w ogromnej ciemności. Ale powiedzmy sobie szczerze, tych ciemności i tych iskerek światła nikt nie będzie obserwował, bo miliardy lat wcześniej z wszechświata zniknie życie oparte na węglu, a więc takie jak to, które widzimy wokół. Węglowe życie potrzebuje energii i światła. Pojedyncze czerwone karły nie będą w stanie dostarczyć jego wystarczającej ilości. Przyszłość rysuje się więc raczej w ciemnych barwach.



*Dużo wcześniej będzie trzeba się wyprowadzić z Ziemi z powodu starzejącego się Słońca. Pod koniec swojego życia nasza dzienna gwiazda zacznie niebezpiecznie puchnąć. W tym momencie lepiej będzie oddalić się na bezpieczną odległość. Prawdę powiedziawszy, ani ludzie, ani jakiegokolwiek życie w znanej nam formie nie dożyją momentu, w którym w kosmosie zgasną światła.*

- 5 Wszechświat przyszłości będzie nie tylko ciemny, lecz także znacznie, znacznie większy niż ten dzisiejszy. To, że wszechświat „puchnie” jak nadmuchiwany balon, pierwszy zauważył w latach dwudziestych XX wieku Edwin Hubble. To były czasy, kiedy powszechnie sądzono, że kosmos jest niezmienny i że składa się z jednej tylko galaktyki. Z tym poglądem nie zgadzała się wówczas zaledwie niewielka garstka uczonych. Wśród nich był Edwin Hubble, który rozpoczął prace w zupełnie nowym ośrodku astronomicznym na szczycie Mount Wilson w Kalifornii, w Stanach Zjednoczonych. Nowy, potężny teleskop umożliwił dokładniejszą obserwację niewielkich obłoczków, które zauważano pomiędzy gwiazdami „zamieszkującymi” Drogę Mleczną. Hubble postanowił udowodnić, że te obłoczki to galaktyki. Po latach wspominał, że teleskop, na którym pracował, choć największy w tamtych czasach, był za mały, by w ciągu jednej nocy robić zdjęcia sąsiednich galaktyk. Hubble musiał wiele razy naświetlać kliszę przez kilka nocy z rzędu. To była bardzo trudna fizyczna praca.
- 6 Pierwszym zdjęciem obcej galaktyki, jakie udało się zrobić Hubble'owi, było zdjęcie galaktyki Andromedy. W sumie to logiczne, ponieważ Andromeda jest naszą najbliższą (galaktyczną) sąsiadką. Na podstawie pomiaru jasności gwiazd można obliczyć, że dzieli nas odległość około 2,5 miliona lat świetlnych, inaczej 23 652 500 000 000 000 kilometrów. Dużo? Nie bardzo. Gdyby nasza galaktyka i galaktyka Andromedy były wielkości zwykłych jabłek, odległość pomiędzy nimi wynosiłaby nie więcej niż 1,5 metra.
- 7 Hubble'owi udało się sfotografować także inne, bardziej oddalone galaktyki. Nie ma się co dziwić, że jego odkrycia [s. 28 ↵]





Bliźniaczka Drogi Mlecznej, Galaktyka

Andromedy (inaczej M31). Obydwie galaktyki mają podobną wielkość, kształt, historię i... przyszłość.

Za około 3 miliardy lat galaktyki zderzą się ze sobą.

Fragment książki Leona Ledermana i Dicka Teresiego *Boska cząstka. Jeśli wszechświat jest odpowiedzią, to jak brzmi pytanie?* w przekładzie Elżbiety Kołodziej-Józefowicz.

REDAKTOR PROWADZĄCY:

**Andrzej Szewczyk**

REDAKCJA:

**Elżbieta Olczak**

KOREKTA:

**Małgorzata Kuśnierz, Elżbieta Jaroszek**

PROJEKT OKŁADKI, OPRACOWANIE GRAFICZNE, ILUSTRACJE I SKŁAD:

**Tomasz Kędzierski + Aleksandra Nałęcz-Jawecka — to/studio**

FOTOGRAFIA WYKORZYSTANA NA I STRONIE OKŁADKI:

© NASA / [Dzięki uprzejmości nasaimages.org](http://Dzieki uprzejmości nasaimages.org)

FOTOGRAFIA AUTORA:

© [Silaobrazu.pl](http://Silaobrazu.pl)

KSIĄŻKĘ ZŁOŻONO PISMEM:

**Constantia, Calluna Sans**

GRUPA WYDAWNICZA FOKSAL SP. Z O.O.

**00-391 Warszawa, al. 3 Maja 12**

**tel. 22-828-98-08, 22-894-60-54**

**[biuro@gwfoksal.pl](mailto:biuro@gwfoksal.pl)**

**[www.gwfoksal.pl](http://www.gwfoksal.pl)**

ISBN 978-83-280-3272-9