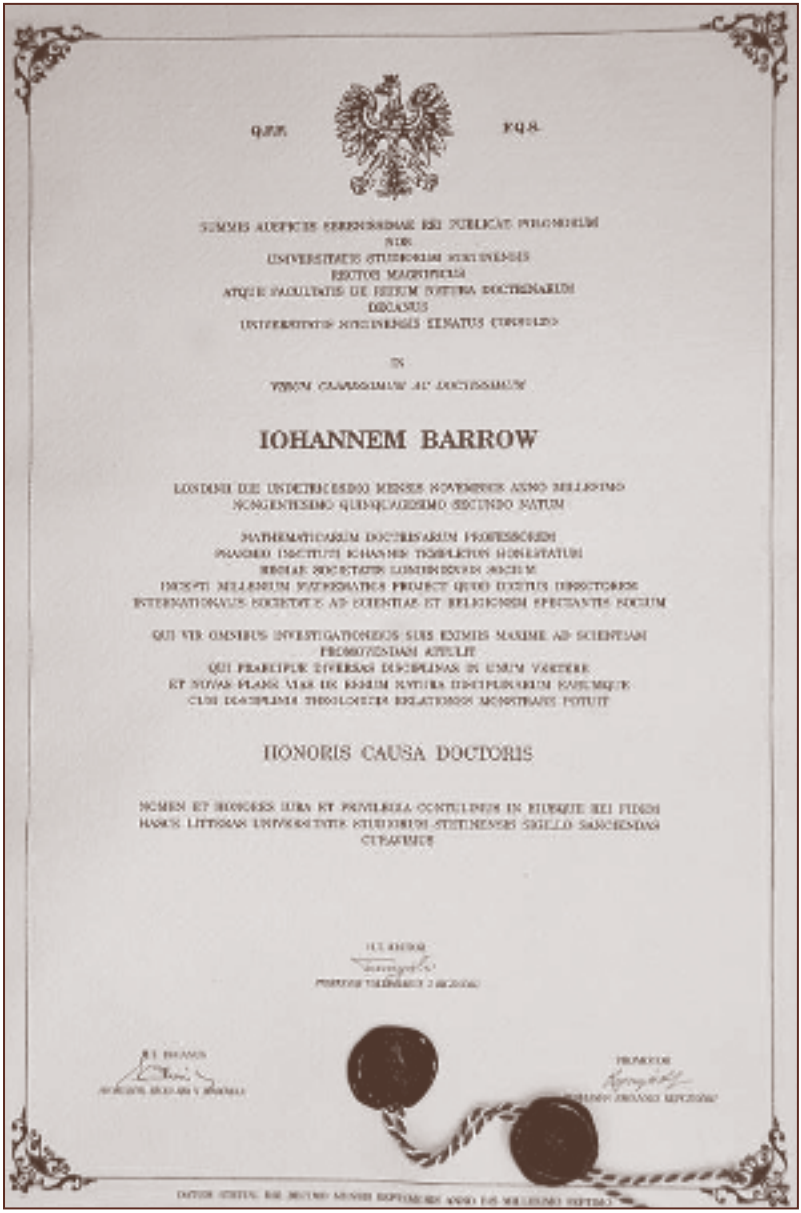
John D. Barrow

Doctor Honoris Causa
Uniwersytetu Szczecińskiego



Q.F.F. F.Q.S.

SUMMIS AUSPICIIS SERENISSIMAE REI PUBLICAE POLONORUM
NOS
UNIVERSITATIS STUDIORUM STETINENSIS
RECTOR MAGNIFICUS
ATQUE FACULTATIS DE RERUM NATURA DOCTRINARUM
DECANUS
UNIVERSITATIS STETINENSIS SENATUS CONSULTO

IN

VIRUM CLARISSIMUM AC DOCTISSIMUM

IOHANNEM BARROW

LONDINI DIE UNDETRICESIMO MENSIS NOVEMBRIS ANNO MILLESIMO
NONGENTESIMO QUINQUAGESIMO SECUNDO NATUM

MATHEMATICARUM DOCTRINARUM PROFESSOREM
PRAEMIO DISCITUTI IOHANNIS TEMPLETON HONESTATUM
REGIAE SOCIETATIS LONDINENSIS SOCIUM
INCEPTI MILLENIUM MATHEMATICIS PROJECT QUOD DOCTUS DIRECTOREM
INTERNATIONALIS SOCIETATIS AD SCIENTIAS ET RELIGIONEM SPECTANTIS SOCIUM

QUI VIR OMNIBUS INVESTIGATIONIBUS SUIS EXIMIIS MAXIME AD SCIENTIAM
PROMOVENDAM ATTULIT
QUI PRAECIPUE DIVERSAS DISCIPLINAS IN UNUM VERTERE
ET NOVAS PLANE VIAS DE RERUM NATURA DISCIPLINARUM EASUMQUE
CUM DISCIPLINIS THEOLOGICIS RELATIONES MONSTRARE POTUIT

HONORIS CAUSA DOCTORIS

NOMEN ET HONORES IURA ET PRIVILEGIA CONTULIMUS IN EIUSQUE REI FIDEM
HASCE LITTERAS UNIVERSITATIS STUDIORUM STETINENSIS SIGILLO SANCIENDAS
CURAVIMUS

U.T. RECTOR

PROFESSOR VALENTINUS J. BRANDAU

R.T. DECANUS

PROFESSOR

DATUM STETINI DIE SECUNDO MENSIS SEPTEMBRIS ANNO EIUS MILLESIMO SEPTIMO

Prof. Waldemar Tarczyński
Rektor Uniwersytetu Szczecińskiego

Przemówienie z okazji nadania tytułu honoris causa podczas XXXIX Zjazdu Fizyków Polskich w Szczecinie

Wysoki Senacie, Szanowni Państwo, Dostojni Goście,

Godność doktora *honoris causa* jest najwyższą stosowaną przez uniwersytety formą wyróżniania osób wybitnych, szczególnie zasłużonych dla rozwoju świata. Społeczność akademicka w ten sposób wyraża swoje uznanie i podkreśla osiągnięcia ludzi wyjątkowych, ważne nie tylko dla uczelni, kraju ale i częstokroć całej ludzkości. Dzisiaj, w tym pięknym wrześniowym dniu na XXXIX Zjeździe Fizyków Polskich spotkaliśmy się, aby taką godność przyznać Profesorowi Johnowi D. Barrow, wybitnemu przedstawicielowi świata nauki, kreatorowi współczesnej nauki i kultury. Uniwersytet Szczeciński odczuwa wyjątkową powinność uhonorowania wybitnego Europejczyka, przyjaciela Polski, osoby rozumiejącej realia współczesnej Europy, osoby, która w historii Uniwersytetu Szczecińskiego i Szczecina powinna zająć wyjątkowe miejsce.

Poczytujemy sobie za wielki zaszczyt, że tak wybitny Uczony zgodził się przyjąć godność doktora *honoris causa* Uniwersytetu Szczecińskiego stając się przez to członkiem naszej społeczności akademickiej.

Uroczystość ta to dobry moment na refleksję, nie tylko o naszym Uniwersytecie. Mamy w Szczecinie naprawdę dobre szkoły wyższe, mamy wielu znakomitych naukowców i dydaktyków. Rozwijamy się. Głównie dzięki własnej zaradności. Nasi studenci coraz częściej studiują we Włoszech, Niemczech, Hiszpanii, Francji, na dobrych uczelniach. I kiedy wracają do Szczecina, okazuje się, że jakość kształcenia jest zbliżona, że są dziedziny, w których jesteśmy lepsi. Nieprzypadkowo brakuje miejsc dla studentów z Bari, którzy chcą studiować w Szczecinie.

Wspomniałem także o naszych troskach, gdyż tych oczywiście nigdy nie brakuje państwowym uczelniom. Oczekujemy zwiększenia nakładów na naukę, większego zrozumienia potrzeb środowiska akademickiego. Nie od dziś zresztą. Oczekujemy tego w dobrze pojętym interesie naszego kraju. Pod względem innowacyjności naszej nauki jesteśmy niestety na szarym końcu w Europie. Wyprzedza nas bardzo wiele krajów. Tu przede wszystkim liczymy na bardziej sprzyjającą środowisku akademickiemu politykę państwa. Ale ta polityka musi się spotkać ze znacznie większą niż do tej pory aktywnością naukową pracowników wyższych uczelni, także Uniwersytetu.

Chcę przez to powiedzieć, że poza edukacją, dydaktyką, która jest niezwykle ważna dla ogólnego poziomu wykształcenia społeczeństwa, musimy jeszcze bardziej skupić się jako Uniwersytet NA NAUCE! Tak, by Uniwersytet był przede wszystkim ośrodkiem myśli naukowej, miejscem twórczych poszukiwań, intelektualnych sporów, naukowej, a nie dydaktycznej konkurencji. Uniwersytet ma być miejscem twórczego myślenia. Ma oddziaływać na swoje otoczenie. Nasza Uczelnia współpracuje z władzami miejskimi, samorządowymi, z przedsiębiorcami oraz z innymi zachodniopomorskimi uczelniami. Wydaje się jednak że to dziś zbyt mało. Spróbujmy tworzyć wokół Uniwersytetu Szczecińskiego atmosferę twórczych poszukiwań miejsca Szczecina w regionie i na pograniczu, miejsca regionu w Europie, spróbujmy ustalić w intelektualnej, akademickiej dyskusji jak mamy na trwałe jako miasto i region zaistnieć na mapie Europy jako miejsce interesujące z punktu widzenia nauki, kultury i gospodarki. Spróbujmy tworzyć wokół Uniwersytetu Szczecińskiego, wokół środowiska akademickiego Szczecina taką właśnie atmosferę twórczej, intelektualnej debaty. Innymi słowy, tak jak od wieków człowiek szuka punktu odniesienia, punktu oparcia dla swojej kondycji ludzkiej, tak my-jako społeczność akademicka-powinniśmy się aktywnie włączyć w współtworzenie kulturowego i gospodarczego oblicza Szczecina i regionu, a także całego Pomorza Zachodniego.

Nie ulega wątpliwości, że wchodzimy w trudny okres zarządzania Uczelnią. Wynika to przede wszystkim z trzech faktów, którymi są niż demograficzny, konkurencja ze strony innych szkół oraz planowane odejścia na emeryturę samodzielnych pracowników. Zarządzanie Uniwersytetem Szczecińskim będzie wymagało od władz rektorskich przede wszystkim kreowania nowych źródeł finansowania działalności naukowej i dydaktycznej.

Zabieganie o zewnętrzne środki finansowe (poza Ministerstwem) – to największe wyzwanie stojące przed nasza Uczelnią. Nie ulega wątpliwości, że bardzo ważnym źródłem zasilenia budżetu Uczelni i finansowania inwestycji powinny zostać w najbliższych latach środki z Unii Europejskiej. Liczne programy oraz coraz lepsza reprezentacja Uczelni w ciałach decydujących o środkach unijnych sprawiają, że nie wolno tej szansy zaprzepaścić.

Upatruję wielkich możliwości w kreowaniu prestiżu Uniwersytetu na forum międzynarodowym, krajowym i regionalnym poprzez:

- zintensyfikowanie współpracy europejskiej i pozaeuropejskiej; mamy w tym względzie wielkie możliwości, szereg umów dobrze wypełnionych współpracą i kolejne wynikające z kontaktów z naszymi absolwentami;
- wkład Uniwersytetu do rozwoju regionalnego, profesjonalne doradztwo, ekspertyzy dotyczące kierunków rozwoju Regionu – realizacja idei „uczelnia dla regionu",
- tworzenie w Zamiejscowych Ośrodkach Dydaktycznych mocnych ośrodków nauczania, skutecznie konkurujących ze szkolnictwem zawodowym i niepaństwowym; wzmocnienie współpracy z młodzieżą uzdolnioną, zabieganie o finansowy udział samorządów lokalnych;
- wzmocnienie medialnego wizerunku Uniwersytetu, popularyzację wiedzy, współpracę ze szkołami średnimi oraz rozwijanie systemu zdalnej edukacji.

Obecność w Naszym gronie Profesora J. D. Barrow może nam pomóc w realizacji tych ambitnych celów na miarę współczesnych wyzwań stojących przed ludzkością. Panie Profesorze jeszcze raz dziękuje za przyjęcie tej godności, to dla nas i środowiska akademickiego Szczecina wielkie wyróżnienie.

Szczecin, 10 września 2007

Prof. Waldemar Tarczyński
Rector of Szczecin Univeristy

A speech delivered on the occasion awarding the title of Honorary Doctor at the XXXIX Polish Physicists Congress in Szczecin

Members of the Senate, Distinguished Guests, Ladies and Gentelmen,

The title of doctor honoris causa is the highest academic degree applied by universities to honour distinguished persons who have especially contributed to the progress of the world. This is the way in which the academic community expresses its appreciation and emphasizes the achievements of outstanding people who are important not only for the university, the country, but also to the whole of mankind. Today, we met on this beautiful september day, at the XXXIX Polish Physicists Congress in order to award such a degree to Professor John D. Barrow, an eminent representative of the scientific community, a creator of contemporary science and culture. The University of Szczecin feels an obligation to honour this distinguished citizen of Europe, a friend of Poland, a person who understands the realities of contemporary Europe, a person, who ought to be exceptionally placed in the history of the University of Szczecin and the city of Szczecin.

We are enormously honoured that such a distinguished scientist has agreed to accept the title of *doctor honoris causa* of the University of Szczecin - by this act becoming a member of our academic community.

The ceremony is also a good moment for reflection, not only about our university. We have really good higher education schools in Szczecin, we have plenty of good scientists and teachers. We are progressing. This is mainly due to our own resourcefulness. Our students study at good universities in Italy, Germany, Spain, and France, more frequently. When they come

back to Szczecin they notice that the level of education is similar, there are even those fields in which our students are better. It is not by chance that there are shortages of academic places for students from Bari who want to study in Szczecin.

I have also mentioned our problems, since they are of course common at public universities. We expect more financial support to science, more progress in understanding the needs of the scientific community. And this is not all, since today we expect this also in the well-understood interest of our country. Taking into account our progress in new technologies - we are at the far end in Europe. Many countries are ahead of us. In this point we expect the policy of the government to be more friendly to the academic community. But this policy has to reply to more intensive activity on the part of the Polish higher education institutions.

What I would like to say is that apart from education, didactics, which are vastly important to the general educational level of the society, as a university, we have to concentrate more ON SCIENCE! This is for the sake of having our university as a centre for scientific ideas, a place for creative investigations, intellectual discussions, scientific and not didactic competition. The university must be the place of inventive thinking. It has to make an influence on its surroundings. Our university collaborates with the city authorities, local authorities, with the businessmen and with other West Pomeranian higher education institutions. However, it appears that this is not enough for today. Bearing in mind our university, let us try to create the spirit of creative searches of the place of it in the region and at the border, in Europe. In the mood of intelectual, academic discussion, let us try to establish how, as the city and the region, we can permanently come into being in the map of Europe as the place which is interesting from the point of view of the science, the culture and the economy. Let us try to create around the University of Szczecin the spirit of creative, intelectual debate. In other words, similarly as, since ages the man has been looking for a milestone for his human sense, then we - as an academic community - ought to actively participate in co-originating of the cultural and the economical face of Szczecin, the region and the whole West Pomerania.

There is no doubt that we are entering a difficult period of university management. This is due to three reasons: a demographic depression, competition from the other higher educational institutions and the planned

retirements of the university faculty members. First of all, from the side of the university authorities, the management will have to look for new sources of financing the scientific and didactic activity of the university.

The battle for external funds (outside of the Ministry of Education) - this is the biggest challenge which we are facing. There is no doubt that an important source of supply to the university budget should be funds from the European Union. Many programmes and gradually better representation of the university in the fund managing panels of the European Union give us the chance to benefit from the funds available.

I can see a lot of opportunities to create prestige for the University of Szczecin, locally and internationally in the following ways:

- intensification of our european and worldwide collaboration; we have great opportunities here, many agreements have been signed and new ones are being prepared, those signed have already produced output in the form of concrete collaboration;
- a contribution of the university to development of the the local region, professional counselling, reports devoted to the directions of the local regional development - the materialization of the idea "the university to the region",
- creation of the External Educational Centers as good teaching places which also provide competion for private educational institutions; more intensive collaboration to gifted secondary school students, more intensive activity to obtain financial support from the local authorities for this task;
- strengthening recognition of the University of Szczecin in the media, through popularization of science, collaboration with secondary schools and the development of internet based education.

We strongly believe that the presence of Professor John D. Barrow may help us considerably in the realisation of these ambitious tasks which are some of the most important contemporary challenges for mankind. Mr Professor Barrow, once more, I would like to thank you very much for accepting the degree, this is a great honour for us and for the whole academic community in Szczecin.

Szczecin, 10th September 2007

Prof. Jan Kępczyński
Uniwersytet Szczeciński

Wniosek promotorski w sprawie nadania Johnowi D. Barrow tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego

Jego Magnificencjo Panie Rektorze, Wysoki Senacie, Szanowni Goście, nadanie godności doktora honoris causa znakomitemu badaczowi jakim jest Profesor John Barrow jest ogromnym zaszczytem dla Uniwersytetu Szczecińskiego. Wniosek uhonorowania Profesora Johna Barrowa wymienioną godnością jest inicjatywą trzech jednostek: Wydziału Nauk Przyrodniczych, Wydziału Matematyczno-Fizycznego oraz Wydziału Teologicznego naszego Uniwersytetu. Pan Profesor będzie trzecim doktorem honoris causa uhonorowanym tą godnością na podstawie wniosku Wydziału Nauk Przyrodniczych, posiadającego pełne prawa akademickie. Przyjęcie godności doktora honoris causa przez tak znanego na świecie badacza będzie ogromnym wyróżnieniem nie tylko dla wymienionych wcześniej wydziałów, ale również dla szczecińskiego środowiska naukowego.

John David Barrow urodził się 29 listopada 1952 roku w Londynie. Ukończył z wyróżnieniem studia matematyczne na Uniwersytecie Durham w 1974 roku. Trzy lata później uzyskał stopień doktora w zakresie astrofizyki na Uniwersytecie w Oksfordzie. Po obronie pracy doktorskiej pracował w uniwersytecie w Oksfordzie i w Berkeley. W 1981 roku związał się z Centrum Astronomicznym Uniwersytetu w Sussex, w którym przeszedł wszystkie szczeble kariery naukowej, aż do pozycji profesora i dyrektora tego centrum.

Od 1999 roku do chwili obecnej pracuje w Uniwersytecie Cambridge na stanowisku profesora nauk matematycznych.

Profesor John Barrow jest dobrze znany światowej społeczności astrofizyków, kosmologów i filozofów. Zainteresowania naukowe profesora są bardzo szerokie i obejmują one między innymi kosmologię i fizykę cząstek elementarnych (w szczególności anizotropowe i niejednorodne modele kosmologiczne, kosmologiczne aspekty teorii grawitacji, obserwacyjne i teoretyczne badania możliwej przestrzennej i czasowej zmienności „stałych" natury), historyczne i filozoficzne aspekty nauki, podstawy matematyki i fizyki, interakcje pomiędzy nauką i sztuką.

Profesor John Barrow jest autorem przeszło 400 prac naukowych wydanych w większości w renomowanych czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej o bardzo wysokim impact factor. Recenzenci osiągnięć Prof. Barrowa, Profesor dr hab. Michał Heller – teolog, filozof i fizyk, profesor dr hab. Krzysztof A. Meissner – zajmujący się fizyką cząstek elementarnych oraz Profesor dr hab. Mariusz P. Dąbrowski – kosmolog omówili szczegółowo i ocenili bardzo różnorodne osiągnięcia Kandydata. Każdy z nich skupił się na innym zakresie Jego aktywności. Pozwolę sobie przytoczyć tylko niektóre, moim zdaniem najważniejsze, wypowiedzi wymienionych recenzentów. Profesor Meissner zauważył, że prace Profesora Barrowa były cytowane w sumie ponad 5 tysięcy razy, co dobitnie świadczy o randze i znaczeniu dorobku naukowego Kandydata. Prof. Dąbrowski podkreślił, że Profesor Barrow osiągnął ogromny sukces w zakresie nauk matematyczno-fizycznych publikując tak ogromną liczbę prac naukowych. Prace te dotyczą wszystkich ważnych wątków dotyczących wielkoskalowej struktury Wszechświata (formowanie się galaktyk, anizotropie mikrofalowego promieniowania tła itp.) oraz podstawowych procesów zachodzących we Wszechświecie (kosmiczna inflacja, nukleosynteza pierwotna itp.). Zdaniem cytowanego recenzenta fakty te w pełni upoważniają do postawienia wniosku o przyznanie doktoratu honoris causa każdej uczelni na świecie. Profesor Meissner zaznaczył, że w dorobku Kandydata do najbardziej znanych należy seria prac o kosmologicznych dowodach zmienności „stałych" fizycznych w czasie; dwie z tych prac były cytowane przeszło 250 razy, a dwie ponad 100 razy.

Profesor John Barrow jest również znany jako autor książek; napisał On 17 książek (dwie dalsze są w druku), które zostały przetłumaczone na 28 języków, w tym 5 na język polski. Profesor Barrow wypowiedział się o swoich książkach: „Opisałem wszystkie aspekty nieskończoności i nicości oraz pustki. Omówiłem matematyczne, fizyczne, teologiczne i filozoficzne aspekty tych pojęć".

Prof. Heller napisał: „Jest bardzo niewielu, którym byłbym skłonny przypisać zaszczytny tytuł „filozofującego fizyka". Do ścisłej czołówki tych niewielu z pewnością zaliczyłbym Johna Barrowa. Podkreślił On, że niemal we wszystkich książkach przewija się wątek granic poznania ludzkiego. Zdaniem Profesora Hellera, Prof. Barrowa można zaliczyć do przedstawicieli tzw. teologów naturalnych. Recenzent zwraca uwagę na występowanie bariery mentalności i rodzajów wykształcenia pomiędzy światem teologów, a światem nauki. Uczestnicy świata nauki są na ogół odporni na wszelkiego rodzaju argumenty i rozumowania teologiczne. Według Profesora Hellera tylko tacy jak Barrow są w stanie budować mosty pomiędzy tymi światami. Powyższa działalność Kandydata została wyróżniona w 2006 roku nagrodą Templetona, określaną jako nagroda Nobla w dziedzinie nauki i teologii. Zgodnie z poglądem fundacji Templetona nagroda ta jest większa niż nagroda Nobla celem podkreślenia, że badania i postęp w przestrzeni duchowej człowieka mają jakościowo większe znaczenie niż odkrycia w poszczególnych dyscyplinach wyróżniane nagrodą Nobla. Profesor Barrow otrzymał tę nagrodę za to, że Jego opracowania na temat relacji między życiem a Wszechświatem i naturą ludzkiego rozumienia stworzyły nową perspektywę dla nauki i religii. Profesor Heller uważa, że Profesor Barrow, wykorzystując osiągnięcia matematyki, fizyki i astronomii, stworzył szeroką panoramę, stanowiącą wyzwanie dla uczonych i teologów do przekraczania własnych dziedzin i wspólnego dociekania zagadnień czasu, przestrzeni, materii, ewentualnych innych wszechświatów, nicości, nieskończoności i przede wszystkim miejsca człowieka w otaczającej go rzeczywistości. Profesor Dąbrowski pisze: „moje ogromne uznanie w dorobku naukowym Profesora Barrowa wzbudzają wątki dotyczące wpływu praw fizyki obowiązujących we Wszechświecie na kształt przyrody nieożywionej i ożywionej na Ziemi. Analiza danych eksperymentalnych wykazała, że stosunek mas do rozmiarów liniowych wszystkich obiektów we Wszechświecie poczynając od galaktyki poprzez człowieka, DNA na atomach kończąc nie jest dowolny. Na przykład o rozmiarach zwierząt decydują dwie siły, siła ciążenia i siła przyciągania na poziomie atomów w wiązaniach molekuł. Profesor Dąbrowski podkreśla, że istotnym wkładem Profesor Barrowa jest to, że w swoich pracach stara się zwrócić uwagę biologów na zależność życia na konkretnej planecie od praw rządzących strukturą materii we Wszechświecie. Profesor Dąbrowski słusznie zauważył, że działalność popularyzatorska Profesora Barrowa pozwala zwrócić uwagę na ważną rolę jaka odgrywają dla ludzkości szeroko pojęte nauki przyrodnicze.

W moim przekonaniu dowodem niespotykanej uniwersalności i zainteresowań humanistycznych Kandydata jest napisanie przez Niego sztuki teatralnej „Nieskończoności". Sztuka ta była wystawiana w Teatro La Scala w Mediolanie i podczas Festiwalu w Walecji (Hiszpania). Odniosła ona duży sukces, została wyróżniona nagrodą Italian Premi Ubu jako najlepsza sztuka grana w teatrach włoskich w 2002 roku oraz w 2003 roku Nagrodą Italgas za promocję nauki.

Profesor John Barrow ma również duże osiągnięcia w szkoleniu kadry naukowej; dotychczas wypromował 23 doktorów. Jest On członkiem kilkudziesięciu Międzynarodowych Rad i Komitetów Naukowych. Jest także członkiem prestiżowego Londyńskiego Towarzystwa Królewskiego. Profesor Barrow posiada niezwykłe doświadczenie jako wykładowca. Wygłaszał wykłady w wielu krajach dla bardzo różnej publiczności. Warto wymienić serie wykładów z zakresu nauk przyrodniczych wygłoszonych w siedzibie Pani Premier Wielkiej Brytanii Margaret Thatcher przy 10 Downing Street oraz wykłady z zakresu kosmologii w Watykanie. Profesor Barrow jest też laureatem Nagrody Lockera z astronomii oraz otrzymał godność doktora honoris causa Uniwersytetu Hertfordshire w 1999 roku. Otrzymał także godność doktora honoris causa Uniwersytetu w Durham oraz honorowego profesora Uniwersytetu Nanjing.

Z przyjemnością chciałbym podkreślić związek Profesora z naszą uczelnią. Profesor Mariusz Dąbrowski współpracuje z Profesorem Johnem Barrowem od 14 lat, konsekwencją tej współpracy są wspólne publikacje z zakresu kosmologii.

Kończąc chciałbym zacytować wniosek Profesora Michała Hellera, który napisał: „godność doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego niewątpliwie będzie zasłużonym zaszczytem dla Johna Barrowa, ale również powodem do chluby dla Uniwersytetu Szczecińskiego, że jako pierwszy w Polsce postanowił w ten sposób uhonorować tego wybitnego uczonego".

Jego Magnificencjo Rektorze, Wysoki Senacie, Panie i Panowie, zgodnie z opinią recenzentów oraz moją własną, wybitne osiągnięcia naukowe, interdyscyplinarny charakter badań, dorobek popularyzatorski, uznanie na forum międzynarodowym jednoznacznie uzasadniają przyjęcie Profesora Johna Barrowa do grona naszej społeczności akademickiej poprzez nadanie Mu godności doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego.

Prof. Jan Kępczyński
Szczecin University

Promoter's speech on the occasion awarding to John D. Barrow the title of Honorary Doctor of Szczecin University

Your Magnificence, Members of the Senate, Ladies and Gentlemen,

It is a great pleasure for the University of Szczecin to award the very distinguished and famous Professor John D. Barrow with the doctoral title honoris causa. The idea of granting to Professor John Barrow the degree of doctor honoris causa has been initiated by three faculties: the Faculty of Natural Sciences, the Faculty of Mathematics and Physics, and the Faculty of Theology. Our candidate for this title will become the third doctor honoris causa honoured by the Faculty of Natural Sciences, which now has full academic rights. This honorary award accepted by Professor John Barrow, a worldwide famous scientist, is a great honour not only for the mentioned faculties of the University of Szczecin, but also for the whole scientific community in Szczecin.

Professor John David Barrow was born on the 29th of November 1952 in London. He graduated in Mathematics from Durham University in 1974. Three years later he received his doctorate in Astrophysics from Oxford University and held positions at the Universities of Oxford, and at the University of California at Berkeley. In 1981 he took up a permanent position at the Astronomy Centre, University of Sussex where he passed all the steps of his brilliant scientific career up to a full professor and the director of the Astronomy Centre.

In 1999 he was awarded the position of professor of Mathematical Sciences at Cambridge University.

Professor John Barrow is well-known in the worldwide communities of astrophysicists, cosmologists and philosophers. His interests cover a wide range of research fields, and include cosmology and particle physics (more specifically: anisotropic and inhomogenous cosmological models, cosmological aspects of gravitational theories, observational and theoretical studies of possible space and time variation of the constants of Nature); aspects of the history and philosophy of science; fundamental physics and mathematics; the interaction between science and art.

Professor Barrow is an author of more than 400 scientific articles, mainly associated with cosmology and astrophysics, generally published in the world's leading scientific journals with a very high impact factor. The reviewers of Professor Barrow's scientific work: rev. prof. Michał Heller - a theologian and philosopher, and physicist, prof. Krzysztof Meissner - a particle physicist, and prof. Mariusz P. Dąbrowski - a cosmologist have accurately discussed and estimated John Barrow's outstanding achievements. Each of them concentrated on some distinct areas of Professor Barrow's activity. I would therefore like to cite a few statements of the reviewers, which are in my opinion the most important. Professor Meissner underlined that the scientific articles of our candidate to a honorary degree have gathered more than 5000 citations, clearly showing the world renown and prestige of the scientific achievements of Professor John Barrow. Prof. Dąbrowski enphasized that John Barrow was extremaly succesful in the field of mathematics and physics by having published a large number of scientofic works. His papers deal with most of the important aspects of the large scale structure of the universe (galaxy formation, cosmic microwave background anisotropies etc.) and of the physical processes which took place in the early universe (cosmological inflation, primordial nucleosynthesis etc.). According to Professor Dąbrowski's opinion, already this activity would be enough to grant an honorable doctorate of any higher education institution in the world. Prof. Meissner emphasised that the most important papers concern the cosmological evidence for a temporal variability of the physical "constants"; two of those papers reached more than 250 citations and two reached more than a hundred citations.

Professor John Barrow is also known as an author; he has written 17 books (two more are in press) which have been translated into 28 languages; 5 of them have been published in Polish. Prof. Barrow said: "I have written, for example, about all aspects of infinity and nothing, the void,

zero. These ideas cover mathematical, physical, theological, philosophical, literal aspects".

Professor Heller – while taking into account Professor Barrow's books – named him as a "philosophising physicist". This is due to the fact that usually the world of theologians and the world of scientists are divided by a strict barrier of different mentalities and educational backgrounds. As a result of this barrier, inhabitants of the 'scientific world" are immunized against all sorts of theological arguments. According to Professor Heller, only those scientists like John Barrow are able to construct "bridges" between the two communities. It appears that because of his very high activity in this area, in 2006 Professor Barrow received the Templeton Prize, which is considered as the Nobel Prize in the field of science and theology. The foundation of global financier Sir John Templeton states that this prize is for a purpose larger than the Nobel Prize "... to underscore that the research and advances in spiritual discoveries can be quantifiably more significant than the disciplines recognised by the Nobels." Prof. Dąbrowski expressed his strong admiration to ideas that consider the relationship between physical laws and the forms of inanimate and animate nature on the Earth. The analysis of experimental data shows that the ratio of the masses to linear sizes of the observed objects in the universe (galaxies, stars, planets, humans, DNA, molecules and atoms) is not arbitrary. For example, the size of an animal on the Earth is determined basically by the balance between Earth's gravity and electric interactions in molecular bonds. An important contribution of prof. Barrow is that in his work he tries to draw the attention of biologists towards the fundamental physical roots of these biological facts. According to prof. Dąbrowski, Professor Barrow's popularisation activity undoubtedly allows to draw the attention of the whole of society to the important role played for humanity by the natural sciences.

The unprecedented great universality of Professor Barrow allows him also to write a play. Similarly, in this field he was successful. His play "The Infinities" was presented in Italy at the Teatro la Scala and in Spain at the Valencia Festival. I would like to emphasize that Professor Barrow was the winner of the Italian Premi Ubu award for the best play in the Italian theatre in the year 2002, and the 2003 Italgas Prize for the promotion of science.

I have to mention that Professor Barrow has also been very active as a supervisor: until now 23 students obtained a Ph.D. under his supervision.

Professor Barrow is a member of about 50 various international scientific Committees. He is a member of the Royal Society. He has tremendous experience as a speaker and has given many notable public lectures in many countries, e.g., a series of lectures on natural sciences for Mrs Margaret Thatcher at 10 Downing Street and on cosmology at the Vatican Palace. Professor Barrow was a recipient of the Locker Prize for astronomy and was awarded an honorary doctor of science degree by the University of Hertfordshire in 1999. He is also an honorary doctor of the University of Durham and an honorary professor of the University of Nanjing.

I have a pleasure to underscore the relationship of our candidate to an Honoris Causa Doctorate with our Szczecin's University scientific community. This is the fact that Professor Mariusz Dąbrowski has collaborated with Professor John Barrow for fourteen years now, and they have published a number of common papers on cosmology.

To end, I would like to cite the final conclusion of Prof. Michał Heller: "I strongly support the idea of granting the title of Doctor Honoris causa of the University of Szczecin to professor John Barrow. This title will undoubtedly be a deserved honour to John Barrow, though it will also be a cause of pride for the University of Szczecin which is the first Polish university to award this title to John Barrow, the outstanding scientist."

Your Magnificence, Members of Senate, Ladies and Gentlemen, in the opinion of all of the referees', and in my opinion, his high activity in the field of science, his interdisciplinary character, the very high level of his research, and his outstanding activity in the popularisation of science very strongly justify the idea of granting professor John Barrow the title of Doctor Honoris Causa of Szczecin University.

ks. prof. Michał Heller
Papieska Akademia Teologiczna
w Krakowie

Opinia w sprawie nadania prof. Johnowi D. Barrow tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego

Władysław Tatarkiewicz w swoim znanym podręczniku historii filozofii, omawiając pierwsz połowę XX w., sporo miejsca poświęcił nowej kategorii myślicieli – „filozofującym fizykom". Zaliczył do nich m.in.: Eddingtona, Jeansa, Whittakera. Wszyscy oni, popularyzując osiągnięcia bujnie wówczas rozwijającej się fizyki, potrafili łączyć wielki talent literacki z oryginalnymi przemyśleniami o charakterze wyraźnie filozoficznym. Dziś dobrych i złych popularyzatorów nauki jest mnóstwo, ale nawet ci lepsi rzadko potrafią się wznieść ponad poziom atrakcyjnego przekazywania naukowych treści. Jest bardzo niewielu, którym byłbym skłonny przypisać zaszczytny tytuł „filozofującego fizyka". Do ścisłej czołówki tych niewielu z pewnością zaliczyłbym Johna Barrowa.

Trzeba przy tym zaznaczyć, że w przypadku tego uczonego oba wyrazy w zwrocie „filozofujący fizyk" należy rozumieć odpowiednio szeroko. Bo nie chodzi tylko o ściśle rozumianą fizykę, lecz także o liczne nauki fizyczne z kosmologią na czele, jak również o naukę w ogóle, gdyż ogromna erudycja Johna Barrowa pozwala mu się swobodnie poruszać po wielu, niekiedy odległych od siebie, regionach naukowych badań.

Również i „filozofowanie" Barrowa należy rozumieć odpowiednio szeroko tak, żeby obejmowało ono również refleksje o charakterze teologicznym i rozważania do takich refleksji prowadzące.

John David Barrow urodził się 29 listopada 1952 r. w Londynie. Ukończył (z odznaczeniem) studia matematyczne na Uniwersytecie w Durham (1971), a następnie uzyskał doktorat z astrofizyki na Uniwersytecie w Oksfordzie. Jego Mistrzem był Dennis Sciama, kosmolog i myśliciel o niezwykłej osobowości, ten sam, który do kosmologii wprowadził Stephena Hawkinga i Rogera Penrose'a.

Naukowa kariera Johna Barrowa była błyskotliwa: Oxford – Berkeley – Uniwersytet Sussex (z którym związał się na dłużej i w którym przechodził różne szczeble naukowej kariery) – Uniwersytet w Cambridge, z którym jest związany do dziś.

Lista jego nagród i zaproszonych odczytów w rozmaitych prestiżowych uniwersytetach i towarzystwach naukowych jest tak długa, że nawet jej wybiórcze cytowanie mijałoby się z celem. Poniżej odniosę się tylko do Nagrody Templetona, gdyż wiąże się ona bezpośrednio z jednym z głównych motywów wystąpienia o tytuł Doktora Honoris Causa dla Johna Barrowa.

Spośród licznych Akademii i Towarzystw Naukowych, do których John Barrow należy, wymienię tylko trzy o charakterze niezwiązanym bezpośrednio z naukami ścisłymi. I tak: L'Academie Internationale de Philosophie des Sciences (członek korespondent), Royal Society of Arts, oraz International Society for Science and Religion. To ostatnie Towarzystwo ma rangę Międzynarodowej Akademii. Przynależność do tych towarzystw świadczy, że także działanność Barrowa na polu filozofii i teologii znalazła międzynarodowe uznanie.

John Barow jest wybitnym fizykiem i kosmologiem. Jego liczne prace z tych dziedzin są powszechnie znane. Można śmiało powiedzieć, że bez Johna Barrowa współczesna kosmologia relatywistyczna nie byłaby dokładnie tym, czym jest. Sam, zajmując się kosmologią, bardzo często odnosiłem się do uzyskiwanych przez niego wyników. Ponieważ jednak jako recenzent zostałem powołany do omówienia innych aspektów jego działalności, ten aspekt pozostawiam na boku. Przejdę natomiast do omówienia jego twórczości książkowej, gdyż to właśnie głównie w książkach Barrow dzieli się z czytelnikami swoimi przemyśleniami filozoficznymi i teologicznymi.

Liczba książek opublikowanych przez Johna Barrowa wynosi 19 (nie wątpię, że dalsze są w przygotowaniu) plus jedna w wydaniu „audio". Zostały one przetłumaczone na 28 języków, w tym także wiele na język polski. Szczególnie lubię pierwszą książkę Barrowa (napisana razem z J. Silkiem) pt. The Left Hand of Creation: The Origin and Evolution of the Expanding Universe;

były potem następne wydania, w tym także Penguin Books. O ile wiem, ta książka nie została przetłumaczona na język polski. Pamiętam, gdy czytałem ją po raz pierwszy (w przekładzie francuskim), uderzyła mnie jej precyzja połączona z pewną lekkością. A przy tym kryjąca się w podtekstach głęboka filozofia – rzecz tak niezwykle rzadka w książkach popularnonaukowych. I tak już u Barrowa zostało. Pod tym względem szczególnie cenię Teorie wszystkiego (Znak, Kraków 1995; sam trochę przyczyniłem się do opublikowania tego przekładu) oraz Pi razy drzwi (Prószyński i S-ka, Warszawa 1996). Ten ostatni tytuł to dość nieudolna próba przełożenia angielskiego Pi in the Sky – pozostał rym, ale znikła treść! Może dlatego szczególnie lubię te książki, bo znajduję w nich filozofię matematyki i filozofię fizyki (bardziej niż) zbliżone do moich własnych. Barrow nie ukrywa swoich skłonności do platonizującej filozofii matematyki. Obiekty i struktury matematyczne mają jakiś stopień obiektywnego istnienia, nie są przez nas tworzone, lecz odkrywane, a fakt, że posługując się niektórymi z tych struktur, przenikamy tajemnice świata fizycznego, świadczy o tym, że pomiędzy strukturą świata a światem struktur matematycznych istnieje jakiś dziwny związek. Jego natura stanowi dla Barrowa często powód do filozoficznej zadumy.

Niemal we wszystkich książkach Barrowa powraca wątek granic ludzkiego poznania. Nazwałbym to „wyzwaniem granic". Wielką ludzką przygodą jest poznawanie tego, co leży z tej strony granicy, ale myśliciel tej miary co Barrow zdaje sobie sprawę z tego, że granica nie oznacza brzegu, poza którym rozciąga się już tylko pustka, lecz nowe tereny wzywające do eksploracji. Ten temat doprowadził do nowej książki: Kres możliwości? Granice poznania i poznanie granic (Prószyński i S-ka, Warszawa). Książka ta kończy się charakterystycznym zdaniem: „...to, czego nie można poznać, odsłania przed nami więcej niż to, co można poznać".

Odmienny charakter od wszystkich pozostałych ma książka, napisana razem z Frankiem Tiplerem, pt. The Anthropic Cosmological Principle (Clarendon Press, Oxford 1986). Jest to niejako summa na (ciągle jeszcze modny) temat zasady antropicznej. Każdy, kto poważniej pisze na ten temat, musi się do tej książki odwołać. Zawiera ona (na 706 stronach) nie tylko najbardziej kompletny przegląd aktualnych koncepcji, ale także obszerną cześć historyczną, nie unikającą dłuższych wypraw w obszary filozofii i teologii. Jednakże silna osobowość współautora (F. Tiplera) mocno zaznaczyła się w książce. Najwyraźniej widać to w końcowej partii książki, propagującej

dość egzotyczny model kosmologiczny, w którym możliwa jest wiecznie istniejąca form życia. Tipler poświęcił temu modelowi odrębną książkę, w której mówił o „fizycznym modelu nieśmiertelności". Barrow natomiast, o ile mi wiadomo, do tego modelu potem nie nawiązywał. Wydaje mi się nawet, że jego następna książka The World Within the World (Oxford University Press, London and New York, 1988) jest jakby próbą ukazania pewnego dystansu w stosunku do niektórych punktów filozofii Tiplera.

Wspomniałem już kilkakrotnie o zasługach Barrowa dla teologii, ale należy je rozumieć we właściwy sposób. W jego książkach jest wiele odniesień do teologii, i do jej historii, i do rozmaitych obecnie aktualnych dyskusji, ale sam Barrow jako teolog nigdzie nie występuje. Gdybyśmy chcieli stosować do niego kryteria szkolnej teologii, musielibyśmy się wkrótce poddać. Winniśmy więc poszukać innych kryteriów.

Istnieje w Wielkiej Brytanii, mniej więcej od czasów Newtona i powstania Royal Society, tradycja tzw. teologii naturalnej. Twórcy nowożytnej nauki w XVII w. byli oczarowani pięknem i racjonalnością odkrywanego przez siebie świata przyrody i rządzących nim matematycznych praw. Prowadziło ich to do uznania istnienia Wielkiego Projektanta. Chętnie o tym pisali, znajdując ogromny poklask u czytelników. Ten rodzaj twórczości z czasem nazwano teologią naturalną. Okres rozkwitu teologii naturalnej trwał stosunkowo krótko. Prądy oświeceniowe i potem pozytywizm zepchnęły ją na margines, a wśród samych teologów „argumenty egzystencjalne" stały się bardziej modne niż odwoływanie się do nauk. Jest rzeczą interesującą, że w ostatnich dekadach – znowu w krajach z kręgu kultury anglosaskiej – można obserwować coś w rodzaju odradzania się teologii naturalnej, oczywiście w innej już, bardziej subtelnej, postaci. Obok Johna Barrowa, którego tu bym właśnie zaliczył, można by wymienić: Paula Daviesa, George'a Ellisa, Johna Polkinghorne'a.

Ten typ „teologizowania" jest bardzo ważny przynajmniej z dwu powodów: Po pierwsze, jeżeli traktowanie zagadnień powstających w obrębie dialogu teologii z naukami nie ma się ograniczyć do trywialnych uwag metodologicznych, to odpowiedzialne ich potraktowanie wymaga gruntownej, specjalistycznej wiedzy z dziedziny danej nauki. Na ogół zawodowi teologowie nie są do tego kwalifikowani. I tu właśnie pojawia się rola takich „teologizujących fizyków" jak John Barrow. Po drugie, pomiędzy światem teologów a tzw. światem nauki istnieje bardzo ścisła bariera mentalności i rodzajów wykształcenia, która sprawia, że uczestnicy „świata nauki" są na ogół bardzo uodpornieni

na wszelkiego rodzaju argumenty i rozumowania teologiczne. Tylko tacy jak Barrow są w stanie budować mosty. Pewnego rodzaju „teologiczna dyskrecja" Barrowa, przy równoczesnych jasnych deklaracjach ideowych, w tej sytuacji odgrywa bardzo ważną rolę.

Myślę, że właśnie te racje skłoniły Kapitułę Nagrody Templetona, by przyznać Barrowowi „Nobla w dziedzinie science and theology" za rok 2006. Nagrodę przyznano za to, że jego „pisma na temat relacji między życiem a Wszechświatem i naturą ludzkiego rozumienia stworzyły nową perspektywę dla nauki i religii do rozważania kwestii ostatecznego zaangażowania". Barrow, wykorzystując osiągnięcia matematyki, fizyki i astronomii, stworzył szeroką panoramę filozoficzną, stanowiąca wyzwanie dla uczonych i teologów do przekraczania własnych dziedzin i wspólnego dociekania zagadnień czasu, przestrzeni, materii, ewentualnych innych wszechświatów, nicości, nieskończoności i – przede wszystkim – miejsca człowieka w otaczającej go rzeczywistości. Barrowowi towarzyszy świadomość ograniczeń zarówno naszego aparatu poznawczego, jaki i metod naukowych, tak bliska poczuciu „Tajemnicy Istnienia".

Pozostaje wyciągnąć konsekwencje z powyższej charakterystyki. Są one jednoznaczne: gorąco popieram wniosek o przyznanie Profesorowi Johnowi Barrowowi tytułu Doktora Honoris Causa Uniwersytetu Szczecińskiego. Tytuł Doktora Honoris Causa Uniwersytetu Szczecińskiego niewątpliwie będzie zasłużonym zaszczytem dla Johna Barrowa, ale również powodem do chluby dla Uniwersytetu Szczecińskiego, że jako pierwszy w Polsce postanowił w ten sposób uhonorować tego wybitnego uczonego.

Tarnów, 26 lutego 2007

Rev. prof. Michał Heller
Pontifical Academy, Kraków

Recommendation to grant the title of Honorary Doctor of Szczecin University to prof. John D. Barrow

A Polish philosopher, Władysław Tatarkiewicz, while discussing the history of philosophy of the first half of the 20th century in his renowned Polish textbook, distinguishes a new category of thinkers – "philosophising physicists". His list of such physicists contains, among others, Arthur Eddington, James Jeans and Thomas Whittaker. All of them, while popularizing successes of very rapidly developing physics, were able to combine their great writing talent with the broad knowledge of the philosophical context. Nowadays, there are many good and bad authors of scientific popular literature, but even the better ones rarely rise above the level of reporting the scientific content of presented theories. There are a few of them on whom I would bestow the highly honoured title of "philosophising physicists". Among the most outstanding examples is John D. Barrow.

I feel obliged to emphasize that in the case of John Barrow both words in the phrase "philosophising physicist" should be understood in their appropriately broad meaning. This is because they refer not only to pure physics, but rather to the plethora of physical sciences at the front of which is cosmology, as well as to science in general. The great erudition of John Barrow allows him to easily move between many different areas, often very diverse, of scientific research. Also, the term "philosophising", as referred to John Barrow should be understood broadly since it should also encapsulate some theological ideas and the ideas that lead to theology.

John David Barrow was born on the 29th of November 1952 in London. He graduated in Mathematics (with honours) from Durham University in 1974, and he received his doctorate in Astrophysics from Oxford University in 1977. His supervisor was Dennis Sciama, a cosmologist and a researcher of unique personality. He is the same person who introduced Stephen Hawking and Roger Penrose to cosmology.

The scientific career of John Barrow was brilliant: Oxford – Berkeley – Sussex (where he stayed longer and made the consecutive steps in his scientific career, including professorship and directorship of the Astronomy Centre), then Cambridge University to which he is affiliated at present.

The list of John Barrow's scientific prizes, invited talks in various prestigious universities and institutions is so long that even its selected citation would be pointless. Below, I will only refer to the Templeton Prize 2006, since it is one of the most important motivations for granting the Doctor Honoris Causa Title to John Barrow.

Of the numerous Academies and Scientific Societies of which John Barrow is a member I should mention at least three of them that are not directly connected to pure sciences. These are: L'Academie Internationale de Philosophie des Sciences (a corresponding member), the Royal Society of Arts, and the International Society for Science and Religion. The last one has the rank of International Academy. John Barrow's membership in these societies means that his activity in the field of philosophy and theology is acknowledged internationally.

John Barow is an outstanding physicist and cosmologist. His scientific papers in these fields are very well-known to professionals. One can undoubtedly say that contemporary relativistic cosmology would not be as it is without John Barrow. When actively working in cosmology I would quite often refer to the results obtained by professor Barrow. However, since I was asked to focus in my report on philosophical and theological aspects of John Barrow's activity, in what follows I will put aside the cosmological aspect of his achievements. Let us then turn to the numerous books by John Barrow, since this is where he presents his philosophical and theological considerations.

John Barrow has written 19 books (I have no doubt that there are more in preparation) plus one which is in the "audio" version. They were translated into 28 languages, and among them several have been translated into Polish. I especially like one of the first of his books (written with J. Silk) The Left

Hand of Creation: The Origin and Evolution of the Expanding Universe; later on there were subsequent editions, including one by Penguin Books. As far as I know, this book was never translated into Polish. I remember that when I was reading this book for the first time (in its French translation), I was stuck by its precision combined with some lightness of style. I could also see in it deep philosophical reflections (sometimes perhaps hidden in the background) which is not very common in popular books. This is a characteristic feature of all books by John Barrow. In that respect I especially value Theories of Everything (Znak, Kraków 1995; I myself contributed a bit to support the translation) and Pi razy drzwi (Prószyński i S-ka, Warszawa 1996). The last title is a bit awkward attempt to translate the English phrase Pi in the Sky into Polish – the rhyme has remained, but the content was completely lost! One of the reasons why I like these books is perhaps that I find in them the philosophy of mathematics and the philosophy of physics that is quite close to my own views. Barrow does not hide his inclination to the Platonic philosophy of mathematics. Objects and structures of mathematics possess some degree of objective existence, they are not created by us, but rather they are discovered by us, and the fact that with the help of these structures we penetrate the mysteries of the physical world, shows that there exists a surprising correspondence or resonance between the structure of the world and the world of mathematical structures. The nature of this correspondence is often for John Barrow a starting point for deep philosophical reflections.

The topic of limitations of human knowledge comes back in almost all books of John Barrow. I would call this "a challenge of limitations". Investigation of what is on "our" side of the border is a great adventure of humankind, but a researcher of Barrow's class is fully aware that this is not a boundary, beyond which there is only emptiness, but rather that beyond it new areas extend that deserve being explored. This topic led to the book Impossibility: the limits of science and the science of limits (Prószyński i S-ka, Warszawa). The book ends with the characteristic sentence: "...this, what cannot be investigated, uncovers more than that what can be discovered".

The book written with Frank Tipler, The Anthropic Cosmological Principle (Clarendon Press, Oxford 1986) is of a different nature. It is a kind of summa of the (still topical) subject of the anthropic principle. Anyone who is going to write something serious on this subject has surely to refer to this book.

Having some 700 pages, it does not only contain the most complete review of the current ideas on anthropic principles, but it also contains a broad historical part in which some important aspects of philosophy and theology are discussed. However, the strong influence of the scientific personality of the co-author, Frank Tipler, made a significant contribution to this book. It is clearly visible in the final part of the book, which propagates an exotic cosmological model allowing for an immortal form of life. Tipler wrote a separate book on this topic dealing with a "physical model of immortality". As far as I know, Barrow never referred to this model in his later books. My impression is that his book The World Within the World (Oxford University Press, London and New York, 1988) is in a way an attempt to show some reserve with respect to the main points of Tipler's philosophy.

I have already mentioned Barrow's merits to theology, but they have to be understood in an appropriate way. In his books there is a lot of reference to theology, its history, its current disputes, but Barrow himself does not present himself as a theologian. If we wanted to apply the criteria of scholarly theology to him, we would surely have to give up. Therefore, we should look for other criteria.

Since the time of Isaac Newton and the foundation of the Royal Society, there has existed a tradition of so-called natural theology in Great Britain. The creators of the modern science in the 17th century were charmed by the beauty and rationality of the natural world and the mathematical laws governing it. This led them to an idea of a Great Designer. These views were very popular. Later this sort of theology was called natural theology. However, its golden age lasted briefly. The Enlightment and later on positivism pushed natural theology onto the far margins of knowledge. In addition, among theologians themselves, "existential arguments" became more fashionable than those appealing to the sciences. It is interesting that in the last couple of decades – again in the Anglophone countries – one observes a rebirth of natural theology, though in a different, more sophisticated form. Apart from John Barrow, who is surely a representative of this trend, I would list Paul Davies, George Ellis, and John Pilkinghorn.

This type of "making theology" is very important for at least two reasons. Firstly, if one does not want to limit the dialogue between theology and science to trivial comments about methodology, one has to have a thorough knowledge in a particular field of science. In general, theologians are not prepared for that.

And this is the place where thinkers like John Barrow, may greatly contribute. Secondly, the world of theologians and the world of scientists are divided by a strict barrier of different mentalities and educational backgrounds. Owing to this barrier inhabitants of the "scientific world" are immunized against all sorts of theological arguments. Only the scientists like John Barrow are able to construct bridges between the two communities. A certain "theological discretion" of John Barrow, along with his clear ideological declarations, plays an important role in this respect. I think that these arguments persuaded the Templeton Prize Committee to award John Barrow "the Nobel Prize in the field of science and theology" in the year 2006. The prize was awarded for his "works on the subject of the relation between life, the Universe, and the nature of human understanding which created new perspective for science and religion to consider the matter of final involvement". With the help of mathematics, physics, and astronomy, Barrow has created a broad philosophical panorama which made challenge for scientists and theologians to drop their limitations and jointly investigate the problems of time, space, matter, parallel universes, nothingness, infinity, and – last but no least – the place of the human beings in their environment. John Barrow has a clear awareness of limitations of our physical knowledge and its methods. This awareness seems to be very close to a feeling of the "Mystery of Existence".

There could be the only one conclusion: I strongly support the idea of granting the title of Doctor Honoris Causa of the University of Szczecin to Professor John Barrow. This title will undoubtedly be a deserved honour to John Barrow, though it will also be the cause of pride for the University of Szczecin which is the first Polish university to award this title to John Barrow, the outstanding scientist.

In Tarnów, 26th February 2007

Prof. Krzysztof A. Meissner
Uniwersytet Warszawski

Opinia w sprawie nadania prof. Johnowi D. Barrow tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego

XX wiek w nauce można bezsprzecznie nazwać wiekiem fizyki, gdyż był on świadkiem narodzin dwóch filarów, na których wspiera się nasza obecna wiedza o fundamentalnych prawach przyrody: ogólnej teorii względności, czyli teorii grawitacji Einsteina, i mechaniki kwantowej, której przejawem na najgłębszym obecnie badanym poziomie jest kwantowa teoria pola. Jest niezwykle znamienne, że tych dwóch filarów, mimo wysiłków największych umysłów fizyki teoretycznej, nie udało się do tej pory sprowadzić do jednej zunifikowanej teorii.

Choć obydwie teorie wydają się sprowadzać w zwykłych warunkach do wcześniej znanych (teoria kwantowa do teorii klasycznej, a teoria grawitacji Einsteina do teorii Newtona), to jednak ich powstanie oznaczało fundamentalną zmianę jakościową i radykalny przewrót w myśleniu o fizyce.

Teoria grawitacji Einsteina jako kluczowe pojęcie wprowadziła metrykę jako odwzorowanie między matematycznym opisem czasoprzestrzeni w różnych układach współrzędnych a fizyczną odległością i czasem. Wprowadzenie tego pojęcia umożliwiło po raz pierwszy rzecz o podstawowym znaczeniu, niedostępną dla wcześniejszej teorii grawitacji Newtona: globalny opis Wszechświata. Dopiero od sformułowania teorii Einsteina możemy mówić o powstaniu teoretycznej kosmologii, choć obserwacyjna była znana od kilku tysięcy lat.

Kosmologia w naturalny sposób łączy dwie dziedziny - fizykę teoretyczną (teorię grawitacji, teorię cząstek elementarnych czy relatywistyczną fizykę

statystyczną) z częścią obserwacyjną, astrofizyką i astronomią. Obecnie dzięki postępom w obu tych dziedzinach można powiedzieć, że jesteśmy w stanie opisać globalną ewolucję Wszechświata od bardzo wczesnych chwil (rzędu 10^{-35} s) do dzisiaj, choć z całą pewnością szczegóły tego opisu kryją w sobie jeszcze niespodzianki. Dzięki ogromnemu postępowi technologicznemu, nowe obserwacje kosmologiczne, zarówno satelitarne jak i naziemne, związane z nowymi pomiarami promieniowania tła, poszukiwaniami bardzo odległych obiektów, zdarzeniami o ekstremalnie wysokiej energii (w rodzaju błysków gamma), dostarczają bezcennych informacji z fizyki cząstek elementarnych. Związek ten stał się jeszcze silniejszy po obserwacyjnym stwierdzeniu istnienia ciemnej materii i ciemnej energii, gdzie do wyjaśnienia tych fascynujących zjawisk z całą pewnością konieczny będzie wkład znanej i jeszcze nieznanej fizyki. Wydaje się, że jeżeli nie nastąpi przewrót w podejściu do problemu przyspieszania cząstek, to w przyszłości, mimo niewątpliwych zalet eksperymentów w akceleratorach, z powodu ich ograniczonej energii jedynym źródłem eksperymentalnej wiedzy o nowej fundamentalnej fizyce zostaną obserwacje kosmologiczne.

Właśnie w tej dziedzinie, kosmologii, jednym z niekwestionowanych autorytetów jest od wielu lat profesor John D. Barrow. Urodził się w Londynie w 1952 roku, ukończył matematykę na uniwersytecie w Durham, doktorat pod kierunkiem Dennisa Sciamy o niejednorodnych modelach kosmologicznych na uniwersytecie w Oksfordzie w 1977. Po obronie doktoratu odbył staże podoktorskie w Oksfordzie i w Berkeley, by w 1981 roku przyjąć stałą pozycję w Centrum Astronomicznym uniwersytetu w Sussex i przejść całą ścieżkę kariery aż do pozycji profesora i dyrektora tegoż centrum. W 1999 roku przeszedł do Uniwersytetu w Cambridge, gdzie pracuje do dzisiaj jako pełny profesor na wydziale matematyki.

Zainteresowania Johna Barrowa są niezwykle szerokie i dotyczą w zasadzie wszystkich gałęzi współczesnej kosmologii i jej styku z fizyką cząstek elementarnych. Nie jest możliwe nawet pobieżne ich omówienie, gdyż jest on autorem lub współautorem ponad 300 prac naukowych, z których większość została opublikowana w najlepszych czasopismach - część to materiały konferencyjne. Prace te były cytowane w sumie ponad 5 tysięcy razy, co dobitnie świadczy o randze i znaczeniu dorobku naukowego Johna Barrowa.

Do najbardziej znanych należy seria prac o kosmologicznych dowodach zmienności stałych fizycznych w czasie, w szczególności stałej struktury

subtelnej α, czyli wartości ładunku elektrycznego i prędkości światła (dwie z tych prac mają ponad 250 cytowań, dwie ponad 100). Problem zmienności stałych fizycznych był inspirowany przez kosmologię i został postawiony przez P.A.M. Diraca jako tzw. problem wielkich liczb w fizyce - choć do tej pory nie mamy dowodów na tę zmienność, to wiele rzędów wielkości różnicy w sile oddziaływań grawitacyjnych i pozostałych oraz ewentualny związek tego faktu z wieloma rzędami wielkości różnicy między czterowymiarową krzywizną Wszechświata a jego temperaturą pozostaje całkowicie niewyjaśniony. Prace współautorstwa Johna Barrowa wskazały nowe możliwe obserwacje, które taką zmienność mogłyby potwierdzić lub wykluczyć - choć obecnie wydaje się, że stałe są rzeczywiście stałymi, ewentualne wykrycie ich zmienności miałoby ogromne konsekwencje nie tylko dla fizyki, lecz również chemii, biologii i wszystkich nauk przyrodniczych. Prace te są z tego powodu znane i szeroko cytowane.

Inna seria bardzo znanych prac Johna Barrowa dotyczy inflacji we wczesnym Wszechświecie. Inflacja zaproponowana 25 lat temu pozostaje jedynym wyjaśnieniem problemów standardowej kosmologii - problemu izotropii, jednorodności, braku defektów topologicznych. Choć istnieje wiele modeli inflacyjnych, nie ma dotąd jednego przyjętego, lub preferowanego przez rozważania teoretyczne modelu i prace nad inflacją i kończącym ją okresem podgrzania nadal intensywnie trwają. Prace Barrowa dotyczyły m.in. istotnego problemu, czy epoka inflacji we wczesnym Wszechświecie zostawia wyraźny ślad, który pozwalałby zarówno jej istnienie jak i własności eksperymentalnie potwierdzić lub wykluczyć.

Osobnym nurtem zainteresowań Johna Barrowa jest możliwość chaotycznej ewolucji we wczesnym Wszechświecie. Scenariusz taki jest bardzo prawdopodobny, lecz niestety czyni całkowicie niefizycznym często przyjmowane w kwantowych rozważaniach o początku Wszechświata dokładnie odwrotne upraszczające założenie (np. w modelu Hartle-Hawkinga) tzw. minisuperprzestrzeni, czyli całkowitej jednorodności przestrzennej Wszechświata we wczesnych chwilach. Cześć prac o chaosie we Wszechświecie John Barrow napisał wspólnie z profesorem Mariuszem Dąbrowskim z Uniwersytetu Szczecińskiego.

John Barrow zajmował się również innymi problemami współczesnej kosmologii - polami magnetycznymi (których wielkoskalowa struktura i pochodzenie pozostają zagadką), czarnymi dziurami i ich ewolucją, tzw. nagłymi osobliwościami (w których czynnik skali pozostaje skończony, natomiast osobliwe stają się jego pochodne co prowadzi np. do nagłego wzrostu ciśnienia

do nieskończoności), ewolucją Wszechświata z niestandardowym tensorem energii-pędu i wieloma innymi. Samo wyliczenie tematów tych prac świadczy dobitnie o niezwykle szerokim spektrum zainteresowań Johna Barrowa.

Niezależnie od ściśle naukowych rozważań, pasją Johna Barrowa jest popularyzacja fizyki. Napisał 17 książek przetłumaczonych na wiele języków (w tym po polsku ukazało się pięć: „Kres możliwości: granice poznania i poznanie granic", „Teorie wszystkiego", „Początek Wszechświata", „Pi razy drzwi: Szkice o liczeniu, myśleniu i istnieniu", „Wszechświat a sztuka"). Oprócz wyczerpującego (na tyle, na ile jest to możliwe bez wprowadzania równań) i kompetentnego opisu naszej wiedzy o kosmologii i astrofizyce, John Barrow podejmuje w nich problem z natury rzeczy pomijany w artykułach stricte naukowych, mianowicie problem interpretacji tej wiedzy - czy niezwykłość tzw. antropicznych koincydencji świadczy o istnieniu Inteligentnego Projektu czy też nie, czy tak wyjątkowy fakt jak istnienie życia da się wyjaśnić splotem przypadków, jakie jest prawdopodobieństwo takiego splotu i czy to w ogóle jest dobre pytanie i wiele, wiele innych. Ponieważ pytania o związki nauki i wiary są przez ludzi spoza nauki często zadawane, w sposób naturalny odpowiedzi można oczekiwać od dziedziny nauki, która zajmuje się opisem rzeczywistości na najgłębszym poziomie, czyli od fizyki. Choć z tych samych faktów można wyprowadzić różne wnioski, to na początku trzeba te fakty znać i przekazywanie tych faktów (oprócz istotnej warstwy filozoficznej i teologicznej) jest ogromną zasługą książek Johna Barrowa.

Działalność Johna Barrowa zarówno na polu nauki jak i popularyzacji nauki została wielokrotnie doceniona - otrzymał on bardzo wiele wyróżnień i nagród, w tym najwyższą finansowo na świecie (prawie półtora miliona dolarów...) nagrodę związaną z nauką, lecz w założeniu interdyscyplinarną - Nagrodę Templetona. Oprócz tego wygłosił on dziesiątki wykładów, w tym niezwykle prestiżowe (w Watykanie, w Pałacu Windsor, wykłady im. Darwina w Królewskim Towarzystwie Astronomicznym, wykład im. Spinozy na Uniwersytecie w Amsterdamie i wiele innych). Jest również dyrektorem Millenium Mathematics Project - projekt szerokiej edukacji matematyki na poziomie szkolnym prowadzony na uniwersytecie w Cambridge.

Jestem głęboko przekonany, że niezwykle bogaty dorobek Johna Barrowa w pełni uzasadnia nadanie mu zaszczytnego tytułu Doktora Honoris Causa Uniwersytetu Szczecińskiego.

Warszawa, 17 marca 2007

prof. Krzysztof A. Meissner
Warsaw University

Recommendation to grant the title of Honorary Doctor of Szczecin University to prof. John D. Barrow

The twentieth century in science can be unquestionably called a century of physics, since it witnessed the birth of two pillars on which our present knowledge of the fundamental laws of nature is based: the theory of relativity, i.e. Einstein's theory of gravity, and quantum mechanics which at the deepest level presently known has the form of quantum field theory. It is a very significant fact that these two pillars, in spite of monumental efforts of the best theoretical physicists of the century, have not been brought together into one unified theory.

Although both theories seem to reduce under normal conditions to previously known ones (Newton's gravity theory and classical mechanics, respectively), on a conceptual level they represent a fundamental breakthrough with extremely far-reaching consequences.

Einstein's theory of gravity as a key notion introduced the metric as a map from a mathematical description of space-time to the physical ideas of distance and time. Introduction of this concept allowed for the first time something inaccessible to Newton's theory: a global description of the Universe. Theoretical cosmology exists only through its basis on Einstein's formulation of gravity, although its observational counterpart already existed several thousand years ago.

Cosmology in a natural way combines two fields – theoretical physics (a theory of gravity, particle physics or relativistic statistical physics) with

experimental physics, astrophysics and astronomy. Due to the enormous progress in both of these fields we can safely say that we are able to describe the global evolution of the Universe from very early times (of order 10-35 s) up to the present day, although details of this evolution may certainly still carry surprises. Technological progress has led to new cosmological observations, from both ground and space, of the background radiation, very distant objects, and events of extremely high energy (like gamma bursts) which carry information also on particle physics. This connection between cosmology and particle physics became even stronger after observational confirmation of the existence of dark matter and dark energy, whose explanation will certainly require presently unknown physics. It also seems that (barring the possibility of discovering completely new and much more effective ways of accelerating particles) due to the very limited energy accessible in new accelerators, cosmological observations will remain the only new source of data in high energy physics.

In this field, cosmology, professor John David Barrow has remained for many years one of the unquestionable authorities. He was born in London in 1952, studied mathematics at the University of Durham, and defended his Ph.D. thesis on inhomogeneous cosmological models with Dennis Sciama as supervisor at Oxford University in 1977. After his PhD he stayed at Oxford and Berkeley, and in 1981 he accepted the offer of a permanent position at the Astronomy Center of the University of Sussex where he passed all the steps up to full professor and the director of the Center. In 1999 he took up a position at the University of Cambridge as a full professor in the Mathematics Department.

The scientific interests of John Barrow are very broad, covering all branches of modern cosmology and its meeting with particle physics. It is not possible to describe even casually his achievements, since he is an author or coauthor of more than 300 publications, including conference proceedings, but mainly published in the world's best physics journals. His articles have gathered more than 5000 citations, clearly showing the world renown and prestige of the scientific achievements of Prof. John Barrow.

The best known series of papers concerns the cosmological evidence for temporal variability of physical constants, in particular of the fine structure constant α, i.e. electric charge, and the velocity of light (two of those papers have more than 250 citations, and two more than 100). The problem of the

variability of physical constants was inspired by cosmology and raised by P.A.M. Dirac as the so called problem of large numbers - although we don't have any evidence for the variability, there is a surprising and unexplained coincidence between the difference by many orders of magnitude of the strength of gravitational and other interactions, and the difference of four-dimensional curvature of the Universe and its temperature. Papers by John Barrow have indicated possible new observations that could prove or disprove such variability - although at present it seems that physical constants are indeed constant, any evidence to the contrary would have extremely far-reaching consequences not only for physics, but also for chemistry, biology and all other natural sciences.

Another series of well-known papers by John Barrow concerns inflation in the early Universe. Inflation, proposed 25 years ago, remains the only explanation of the problems of Standard Cosmology: the isotropy and homogeneity of the Universe, and its lack of topological defects. Although there exist many inflationary models, there is no universally accepted or theoretically preferred one, and work on inflation and the subsequent period of reheating is still being actively pursued.

Yet another field of research of John Barrow is the possibility of chaotic evolution in the early Universe. Such a scenario is very likely and, if true, makes totally unphysical an assumption widely accepted in quantum considerations - the so called minisuperspace assumption (for example in the Hartle-Hawking model) of full spatial homogeneity in the early Universe. John Barrow has written some papers on the chaotic Universe together with prof. Mariusz Dąbrowski from the University of Szczecin.

John Barrow is also interested in other problems of modern cosmology - magnetic fields (whose large-scale structure remains a mystery), black holes, so called sudden singularities (where the scale factor remains finite but its derivatives blow up, leading for example to infinite pressure), evolution of the Universe with non-standard energy-momentum tensor and many more. This list clearly shows John Barrow's very broad spectrum of interests.

Independently of strictly scientific pursuits, John Barrow's passion remains the popularization of physics. He has written 17 books which have been translated into many languages (5 of them have been published in Polish: "Impossibility: the limits of science and the science of limits", "Theories of Everything: The Quest for Ultimate Explanation", "The Left Hand of

Creation: The Origin and Evolution of the Expanding Universe", "Pi in the Sky: Counting,Thinking and Being", "The Artful Universe"). Besides his exhaustive (insofar as it is possible without a full mathematical treatment) and competent description of our knowledge in cosmology and astrophysics, John Barrow takes up a problem usually passed over in strictly scientific papers - namely, the problem of interpretation. One may ask whether the existence of extraordinary anthropic coincidences points to the existence of an Intelligent Project, whether the exceptional fact of the existence of life is accidental or not, what is the probability of such an event, whether this is at all a good question, and many more. Since questions about the connection between science and faith are often posed, it is natural to expect answers from the science that describes nature at the deepest known level, namely from physics. Although one may draw different conclusions from the same facts, in the first place it is necessary to know the facts and one should give John Barrow credit for transmitting these facts to a broad audience.

The activity of John Barrow in the field of science and popularization of science is very much appreciated - he has received many awards and prizes, including what is financially the highest prize in the world (in the domain of science or science-related work; almost one and a half million US dollars), the Templeton Prize. He has delivered dozens of lectures, including very prestigious ones (in the Vatican, Windsor Palace, the Darwin Lecture of the Royal Astronomical Society, the Spinoza Lecture in Amsterdam and many more). He is also a director of the Millenium Mathematics Project - a project of wide mathematics school education at the University of Cambridge.

I am convinced that the exceptionally rich achievements of Prof. John David Barrow fully justify his nomination for the award of a Honoris Causa doctoral degree of the University of Szczecin.

In Warszawa, 17th March 2007

Prof. Mariusz P. Dąbrowski
Uniwersytet Szczeciński

Opinia w sprawie nadania prof. Johnowi D. Barrow tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego

Czytając spis publikacji naukowych Profesora Johna Barrowa na pierwszy rzut oka wydaje się, że jest On „jedynie" wybitnym matematykiem i astrofizykiem. Jednakże to pierwsze pobieżne wrażenie znika w momencie, kiedy czytelnik zagłębi się w treść poruszanych przez Niego problemów. Ta bowiem ukazuje „podwójne", a być może nawet „potrójne" dno zainteresowań Profesora, które ze względu na swoją rozległość dają jakość niesłychanie rzadko spotykaną u przedstawicieli nauk szczegółowych we współczesnym świecie. Te zainteresowania wyrażone są w sposób jednoznaczny przy lekturze Jego 17 książek (przetłumaczonych na 28 języków) - formalnie o charakterze popularnonaukowym - w istocie jednak zawierające w wielu miejscach także wątki czysto poznawcze. Profesor Barrow jako jeden z nielicznych doskonale rozumie, że jeśli badacz zadaje pytanie o konkretne zjawisko fizyczne zachodzące w otaczającym nas świecie, to jednocześnie stawia pytanie o rolę życia i miejsce człowieka w tym świecie, bowiem wszystkie podstawowe aspekty zjawiska życia i fenomenu człowieka są bez wątpienia w naturalny sposób związane z najbardziej elementarnymi zjawiskami fizycznymi. W ten sposób Profesor Barrow wychodząc od aspektów najbardziej podstawowych jakie dostarcza fizyczny obraz świata (opisywany doskonale za pomocą pojęć matematycznych) jest w stanie przejść zupełnie gładko do świata biologicznego oraz humanistycznego, przy czym w tym ostatnim chodzi także o aspekt nad-

budowy filozoficznej i teologicznej. Przejście do aspektu humanistycznego jest jednak bardzo subtelne i w żadnym razie nie jest narzucane przez Profesora. To przejście jest raczej podsuwane przez Profesora Barrowa w taki sposób, aby odbiorca samodzielnie zastanowił się nad otwierającą się przestrzenią zjawisk pozostających wciąż poza naszą możliwością poznawczą, a nieustannie nas fascynujących. W swoim oświadczeniu jako laureata Nagrody Templetona 2006 Profesor Barrow stwierdza z rezerwą, że w Jego badaniach „nie chodzi o przekształcenie nauki w krucjatę religijną" jednak „ludzie zwykle są zainteresowani tym, czy ich wyobrażenie o Wszechświecie może być spójne z ich poglądami religijnymi dotyczącymi Wszechświata". W przełożeniu na formalnie zdefiniowaną w książce „Kosmologiczna Zasada Antropiczna" tzw. Słabą Zasadę Antropiczną wyrażone jest to następująco: „Obserwowane wartości wszystkich wielkości fizycznych i kosmologicznych nie są jednakowo prawdopodobne, lecz są ograniczone wymaganiem, żeby istniały miejsca we Wszechświecie, w których mogło pojawić się życie oparte na węglu oraz żeby Wszechświat trwał co najmniej tak długo, aby życie w nim już zaistniało". W kraju Mikołaja Kopernika należy podkreślić, że Słaba Zasada Antropiczna jest w pewnym sensie ukoronowaniem (decentralizującej człowieka) Zasady Kopernika, bowiem pozwala ona na rozróżnienie tej wiedzy o Wszechświecie, która jest następstwem faktu istnienia i szczególnego położenia obserwatora od tej, która dotyczy tylko obiektywnych praw nim rządzących. Oczywiście dla niektórych z nas bardziej pożądaną może wydać się Silna Zasada Antropiczna stwierdzająca, że „Wszechświat musi posiadać warunki, które umożliwią rozwinięcie się życia na pewnym etapie jego rozwoju". Zasada Antropiczna w jakiejkolwiek z wersji nabiera szczególnego znaczenia w okresie, kiedy duża część społeczności naukowej zadaje sobie pytania o możliwość istnienia życia w odległych zakątkach Wszechświata oraz o możliwość przetrwania człowieka w ekstremalnych warunkach biologicznych.

Jest niewątpliwym, że Profesor Barrow osiągnął ogromny sukces w zakresie nauk matematyczno-fizycznych publikując około 400 prac naukowych w zdecydowanej większości w czasopismach określanych przez nas w Polsce jako czasopisma listy filadelfijskiej. Nie sposób przytoczyć całej tej listy odsyłając zainteresowane osoby do strony internetowej Uniwersytetu w Cambridge o adresie http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/about/members/barrow.html. Prace te dotyczą wszystkich ważnych wątków dotyczących wielkoskalowej struktury Wszechświata (formowanie się galaktyk, anizotropie mikrofalo-

wego promieniowania tła itp.) oraz podstawowych procesów zachodzących we Wszechświecie (kosmiczna inflacja, nukleosynteza pierwotna itp.). Już sam ten fakt upoważnia potencjalnego recenzenta do postawienia wniosku o przyznanie doktoratu honoris causa każdej uczelni na świecie. Ponieważ wiele na ten temat będzie można znaleźć zapewne w opiniach pozostałych recenzentów, pozwolę sobie na nie wymienianie wszystkich aspektów tego dorobku poza dwoma, które mają ścisły związek z interdyscyplinarnym charakterem zainteresowań naukowych Profesora.

Po pierwsze prof. Barrow ma istotny wkład w poszukiwanie możliwości zmian w czasie i przestrzeni wartości „stałych" fundamentalnych fizyki (stała grawitacji Newtona, prędkość światła w próżni, stała elektryczna, stałe sprzężenia oddziaływań jądrowych słabych oraz silnych itp.) podczas ewolucji Wszechświata. To oczywiście może mieć kolosalne następstwa również dla faktu istnienia oraz kształtu materii ożywionej we Wszechświecie i ściśle wiąże się z aspektami dyskutowanymi w kontekście Zasady Antropicznej. Profesor Barrow badał takie niestandardowe teorie grawitacji jak: teoria skalarno-tensorowa (w tym granica niskoenergetyczna teorii superstrun), teoria ze zmieniającą się wartością prędkości światła, teoria ze zmieniającą się wartością stałej sprzężenia dla oddziaływań elektromagnetycznych oraz pochodne tych teorii.

Po drugie należy podkreślić wkład Profesora Barrowa w badanie możliwości chaotycznego zachowania się układów fizycznych podlegających oddziaływaniu grawitacyjnemu, a także jądrowemu silnemu we wczesnych etapach ewolucji Wszechświata. Układy chaotyczne, jako szczególne rodzaje układów dynamicznych, pojawiają się przede wszystkim w wielu zagadnieniach fizyki, ale także w chemii, biologii (np. problem równowagi gatunków w przyrodzie) czy też ekonomii (np. symulacja procesów dynamiki cen na giełdach papierów wartościowych). Ujawnia się tu zatem ponownie kontekst głębszych zainteresowań Profesora Barrowa z ich interdyscyplinarnym wymiarem.

Jako przedstawiciela nauk matematyczno-fizycznych i filozofa-amatora ponownie podkreślę, że moje ogromne uznanie w dorobku naukowym Profesora Barrowa wzbudzają wątki dotyczące wpływu praw fizyki obowiązujących we Wszechświecie na kształt przyrody nieożywionej i ożywionej na Ziemi opisywane w niektórych artykułach o charakterze interdyscyplinarnym, a także w wielu książkach (takich jak „Kosmologiczna Zasada Antropiczna", „Pi Razy Drzwi", „Stałe Natury"). Wspomnę kilka z nich.

Analizując dane eksperymentalne okazuje się, że stosunek mas do rozmiarów liniowych wszystkich obserwowanych obiektów we Wszechświecie (galaktyki, gwiazdy, planety, człowiek, DNA, molekuły i atomy) nie jest dowolny. Przyczyna takiego stanu rzeczy, tkwi w natężeniu różnych oddziaływań między cząsteczkami materii determinowanym przez określone wartości stałych fizycznych. Gdyby te „stałe" mogły się zmieniać, to stosunek masy do rozmiarów liniowych też ulegałby zmianie. W otaczającym nas ziemskim świecie istnieje wiele ograniczeń i koincydencji, które są czułe na zmiany wartości stałych fizycznych. Ich zmiana mogłaby zmienić kształt, lub nawet całkowicie wyeliminować życie w procesie ewolucji Wszechświata. Na przykład o rozmiarach zwierząt na Ziemi decydują tylko dwie siły: siła ciążenia oraz siła elektrostatycznego przyciągania na poziomie atomów. Ich wzajemna relacja spowodowała nieistnienie w historii Ziemi zwierząt cięższych niż brontozaur (85 ton) lub płetwal błękitny w wodzie (130 ton) (którego ciężar efektywny może być pomniejszony o siłę wyporu), gdyż większa masa spowodowałaby połamanie ich kości pod wpływem ogromnego naprężenia. Istnieje też ograniczenie na minimalny rozmiar ssaków – ssaki mniejsze od myszy nie są w stanie spożyć odpowiednio dużej ilości pokarmu aby spełnić wymagania krążenia krwi i utrzymać odpowiednią temperaturę ciała. Ponieważ małe ssaki oraz małe ptaki także szybciej tracą ciepło, to nie mogą one występować w strefach biegunowych. Jeśli chodzi o człowieka, to ma on wysokość, która jest maksymalna dla dwunożnych. Te wszystkie fakty przyrodnicze pokazują, jak duże są ograniczenia na kształt życia na konkretnej planecie oraz jak ściśle są one związane z podstawowymi prawami rządzącymi strukturą materii we Wszechświecie. Istotnym wkładem Profesora Johna Barrowa w tej dziedzinie jest to, że w swoich pracach stara się On zwrócić uwagę biologów na fundamentalną fizyczną genezę tych faktów biologicznych.

Szczególną rolę w dorobku prof. Barrowa odgrywają idee związane z determinantami fizycznymi ewolucji człowieka na Ziemi w kontekście jego upodobań artystycznych związanych z percepcją zmysłową zawarte w kilku publikacjach naukowych oraz w tłumaczonej na język polski książce „Wszechświat a Sztuka". Książka ta to między innymi zestaw idei z pogranicza psychofizyki obnażających rzadko brany pod uwagę do tej pory fakt, że upodobania artystyczne człowieka są ściśle związane z jego konstrukcją fizyczną będącą następstwem długotrwałego procesu ewolucji. Dla przykładu muzyka o spektrum białego szumu (zupełnie nieskorelowany ze sobą ciąg dźwięków) absolutnie nie od-

powiada ludzkim upodobaniom bowiem proces ewolucji ukształtował czułość człowieka na inne spektrum dźwięków – takich, które dawały konkretną informację o zaistniałym incydencie w środowisku wyróżniającym go na tle tysięcy innych nieistotnych dla jego przetrwania tonów. W podobnym kontekście należy umieścić fakt nie akceptowania przez większość z nas generowanego komputerowo (a więc w sposób dla nas sztuczny) malarstwa.

W mojej ocenie prof. Barrow jest idealnym kandydatem do godności doktora honoris causa uniwersytetu – miejsca, które ma wpisaną do swojej definicji uniwersalność – jest bowiem osobą o szerokich interdyscyplinarnych zainteresowaniach naukowych, wspaniałym wykładowcą i popularyzatorem nauki. Jego wykłady popularne przyciągają setki a nawet tysiące słuchaczy w różnych odległych od siebie zakątkach kuli ziemskiej. Najwyższym uhonorowaniem interdyscyplinarnych dociekań Profesora Barrowa okazało się przyznanie Mu w roku 2006 nagrody brytyjskiego potentata finansowego Sir Johna Templetona, która jest nagrodą finansową wyższą od Nagrody Nobla. Cytując sentencję fundatora nagrody Sir Johna Templetona ta nagroda jest celowo wyższa „dla podkreślenia faktu, że szerokie badania interdyscyplinarne (włączając w to przestrzeń duchową człowieka) są jakościowo bardziej znaczące dla ludzkości niż szczegółowe badania w dyscyplinach naukowych uznawanych w kategoriach noblowskich".

Działalność popularyzatorska prof. Barrowa niewątpliwie pozwala zwrócić uwagę całych społeczeństw na ważną rolę jaką odgrywają dla ludzkości szeroko pojęte nauki przyrodnicze. Warto nadmienić, że na Uniwersytecie w Cambridge prof. Barrow jest Dyrektorem tzw. Millenium Mathematics Project (MMP), projektu którego zadaniem jest promocja nauk przyrodniczych wśród dzieci, młodzieży szkolnej, studentów oraz szerokiego spektrum społeczeństwa. Działalność zespołu MMP została nagrodzona przez Królową Angielską Elżbietę II w 2006 roku. Jako dowód zainteresowań humanistycznych Profesora Barrowa należy wspomnieć, że jest również autorem sztuki teatralnej „Nieskończoności" wystawianej na scenach Włoch i Hiszpanii, która nota bene zdobyła Nagrodę Premi Ubu w roku 2002 oraz nagrodę za promocję nauki ufundowaną przez koncern „Italgas" w roku 2003. W swoim dorobku prof. Barrow ma również niezwykłe prezentacje – m.in. w roku 1989 wygłaszał cykl wykładów na temat nauk przyrodniczych dla Pani Premier Wielkiej Brytanii Margaret Thatcher w słynnej siedzibie premierów brytyjskich przy 10 Downing Street. Profesor Barrow zasiada w kilkudziesięciu Międzynarodowych Radach i Komitetach

Naukowych. Jest Członkiem Prestiżowego Londyńskiego Towarzystwa Królewskiego, a w latach 1999, 2000 zasiadał jako członek Światowego Forum Ekonomicznego w Davos. Wypromował 23 doktorów a liczba współpracowników Profesora jest dużo większa, bowiem charakteryzuje się On niezmiernym wpływem na osobowości naukowe wielu osób.

W związku z tym na zakończenie pozwolę sobie na wątek osobisty próbując odpowiedzieć na pytanie dlaczego osobowość naukowa Profesora Johna Barrowa wzbudza podziw mój oraz wielu moich koleżanek i kolegów. Dzieje się tak ponieważ John jest jak „wybuchający wulkan" rozrzucający materiał wulkaniczny w niezliczonej ilości kierunków z którego każdy upadły element staje się zarodzią nowego zupełnie niestandardowego pomysłu. John nigdy nie jest znużony rozsiewaniem swoich idei wśród osób, z którymi dyskutuje konkretne problemy badawcze. Osobiście przyznam, że ja sam nigdy nie odczułem znużenia potokiem przekazywanych mi fascynujących idei. W istocie wciąż brzmiące w moim umyśle idee pozostawały dla mnie inspiracją na długi czas. To jeszcze nie wszystko. Wraz z czasem nauczyłem się „wybuchać" moimi własnymi pomysłami nie przejmując się zbytnio tym, że niektórzy mogliby uznać je co najmniej za „dziwne" lub wręcz „głupie", bo „niestandardowe". Sądzę, że nie pozostanę w sprzeczności z poglądami Johna, gdy stwierdzę, że skoro doświadczamy tylko części rzeczywistości, to nie możemy od razu powiedzieć, które z widocznych „końców" tej rzeczywistości faktycznie należy ze sobą połączyć tak, aby utworzyły ten właściwy obraz już twórczo rozszerzonej rzeczywistości.

W związku z przytoczonymi faktami biograficznymi dotyczącymi Osoby Profesora Johna Barrowa zdecydowanie popieram wniosek o nadanie Mu Tytułu Doktora Honoris Causa Uniwersytetu Szczecińskiego. Zarówno Jego dorobek naukowy, dorobek popularyzatorski w obszarze nauk przyrodniczych, jak również sylwetka Profesora jako znakomitego erudyty i pełnego entuzjazmu naukowca powinna być wzorem dla całych pokoleń młodych adeptów nauki reprezentujących wszystkie szczegółowe dyscypliny naukowe. Wpisanie Profesora Johna Barrowa do grona doktorów honoris causa będzie również ogromnym zaszczytem dla Uniwersytetu Szczecińskiego i utworzy historię, która na pewno pozostanie w rejestrze uczelni przez wiele wieków przynosząc jej nieustanny splendor.

Szczecin, 2 kwietnia 2007

prof. Mariusz P. Dąbrowski
Szczecin University

Recommendation to grant the title of Honorary Doctor of Szczecin University to prof. John D. Barrow

Upon reading his list of publications it may at first seem that Professor John Barrow is just a renowned mathematician and astrophysicist. However, this apparent image disappears with a deeper knowledge of the problems investigated in these publications. There are surely "double" or "triple" depths to Professor Barrow's interests, which have a very large extent and give a unique quality, quite rare among contemporary scientists. This quality is undoubtedly expressed in his 17 books (translated onto 28 languages) – formally popular – but in fact of the same character as scientific research. Professor Barrow understands very well that once a physicist raises the question about a specific physical phenomenon, he immediately touches the problem of humanity and life since the basic components of humanity and life are necessarily "physical" and these two areas are not separable. In that way, beginning with the basic facts which are provided by physical reality (described by mathematical notions) Professor Barrow is able to smoothly pass to biological and human realities – the latter being strictly of philosophical and theological dimensions. Besides, the transition into the human dimension is very subtle and in no way is imposed by the professor. Instead, it is nicely suggested to a reader so that the reader himself is able to rediscover the space of the unknown which is always fascinating to him. In his statement as the Templeton Prize 2006 laureate Professor Barrow

says that in his scientific research "one does not want to turn science into a religious quest", however, "people are interested in whether the view they have of the universe is inconsistent with a religious view they might have of the universe". In terms of the Weak Anthropic Principle formally presented in the book "The Anthropic Cosmological Principle" this is expressed as: "The observed values of all physical and cosmological quantities are not equally probable but they take on values restricted by the requirement that there exist sites where carbon-based life can evolve and by the requirement that the universe be old enough for it to have already done so". In the mother country of Copernicus one should emphasize that the Weak Anthropic Principle is in a way the culmination of the Copernican Principle, for it shows how to separate those features of the Universe whose appearance depends on anthropocentric selection, from those features which are genuinely related to the action of physical laws. Of course, for some of us the Strong Anthropic Principle is in more demand since it says that "The Universe must have those properties which allow life to develop within it at some stage in its history". The Anthropic Principle in any of its versions has a special meaning in the current period of time when the vast majority of the scientific society ask questions about the possibility of the existence of life in distant parts of the Universe and about possible survival of mankind in extreme biological conditions.

It is clear that Professor Barrow has been extremely successful in the area of the mathematical sciences as he has published about 400 papers in the top research journals. There is no point in enumerating them, referring the reader instead to his Cambridge University webpage address http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/about/members/barrow.html. These papers deal with most of the important aspects of the large-scale structure of the universe (galaxy formation, cosmic microwave background anisotropies etc.) and of the physical processes which took place in the early Universe (cosmological inflation, primordial nucleosynthesis etc.). Well, only this fact would be enough to grant an honorable doctorate of any higher education institution in the world. I am sure the other referees will say a lot about it so that I will allow myself to mention only some of these – the ones which are related to the interdisciplinary character of the scentific interests of Professor Barrow.

Firstly, one should mention the important contribution of Professor Barrow to the search for the possibility of space and time variations of the fundamental "constants" of physics (Newton's gravitational constant, the

velocity of light, the fine structure constant, the coupling constant of the weak and strong nuclear forces etc.) during the evolution of the Universe. Obviously, this may have vast influence for the existence and the form of inorganic and organic matter in the Universe, and strictly relates to the aspects discussed in the context of the Anthropic Principle. Professor Barrow has investigated such nonstandard gravitational theories as the scalar-tensor theory (including a low-energy-effective superstring theory), varying speed of light theory, varying fine structure theory and related theories.

Secondly, one should emphasize the contribution of Professor Barrow in showing the possibility of chaotic behaviour of physical systems governed by gravitation and also nuclear interaction in the very early stages of the evolution of the Universe. Chaotic systems, being some special types of dynamical system, appear in many problems of physics, chemistry and biology (e.g. the problem of the equilibrium of species in nature) or even economics (e.g. simulation of the problem of the dynamics of prices on the Stock Exchange). Even here one sees the deep context of the scientific interest of Professor Barrow characterised by his interdisciplinary dimension.

As a pure physicist and an amateur-philosopher I would like to again emphasize that my strong admiration in the scientific work of Professor Barrow is caused by the ideas which relate the physical laws obeyed by matter in the Universe to the form of life in the Earth which are extremely picturesque – as presented in some interdisciplinary papers and books (such as "The Cosmological Anthropic Principle", "Pi in the Sky", "The Constants of Nature"). I will enumerate some of them.

From experimental data one learns that the ratio of the masses to linear sizes of the observed objects in the Universe (galaxies, stars, planets, humans, DNA, molecules, and atoms) is not arbitrary. The reason is that the intensities of different interactions between the particles are determined by the concrete values of the physical constants. If these „constants" were changing then the ratio would also change. In our planetary environment there exist lots of restrictions and coincidencies which are sensitive to a change of the values of the physical constants. Their change would imply a change of the form of life or even its elimination from the process of the evolution of the universe. As an example let me mention that the size of an animal on the Earth is determined basically by the balance between Earth's gravity and electric interactions in molecular bonds. This mutual relation made Brachiosaurii dinosaurs (mass of

85 tons) and the blue whale (130 tons – whose effective weight is reduced due to buoyancy) the largest existing creatures on Earth. If they were heavier their bones would simply break under extreme tension. Interestingly, there exists also a lower bound on the size of animals: warm-blooded animals smaller than a shrew could not ingest the amount of food necessary to maintain a constant body temperature. Besides, small mammals and birds lose heat faster than larger ones so that they do not exist in polar zones. As for humans: they are the largest two-legged animals. All these biological facts show how strong are the bounds on the kinds of life possible on a particular planet and how tightly they are connected with the basic laws which govern the structure of matter in the Universe. The important contribution of Professor Barrow in this field is that in his work he tries to draw the attention of biologists towards the fundamental physical roots of these biological facts.

In the work of prof. Barrow a special role is played by the ideas related to physical determinants of the evolution of mankind in the context of his art. perferences. This is expressed nicely in some papers and in the book "The Artful Universe" (which was also translated into Polish). This book contains some ideas in the range of psychophysics which raises the fact that humanity's artistic likes and dislikes are the result of a long-term evolutionary process. For example, white noise music (an uncorrelated sequence of sounds) is something which a human does not like since he has evolved to be sensitive to a different spectrum of noises – the ones which used to give some pieces of information about our natural environment against a background of tones unimportant to his survival. In a similar manner humans do not like computer-generated (and thus, in the context of his evolution, computer generated) paintings.

In my opinion prof. Barrow is an ideal candidate for the title of an honorable doctorate of a university – the place which by definition is connected to a universality: he is a person of broad interdisciplinary scientific interests, a wonderful speaker and a promoter of science. His public lectures attract audiences of hundreds and even thousands in very diverse places of the world. The greatest honour, as a result of the interdisciplinary pieces of his research, granted to Professor Barrow was the 2006 Prize of a British financier Sir John Templeton, which is a financial prize larger than the Nobel Prize. Following the intention of the founder, this prize is deliberately larger than Nobel Prize "to underscore that research and

advances in spiritual discoveries can be quantifiably more significant than disciplines recognized by the Nobels".

Professor Barrow's popularization activity undoubtedly allows to draw the attention of the whole of society to the important role played for humanity by the natural sciences. It is worth mentioning that at Cambridge University prof. Barrow is the Director of the Millenium Mathematics Project (MMP) which is designed to promote natural sciences among children, pupils, students and a broad spectrum of the society. The MMP project was awarded the British Queen's Anniversary Prize in the year 2006. Another proof of Professor's Barrow interest in the humanities is the fact that he is an author of the play "The Infinities" which was presented on the stages of Italy and Spain. The play was awarded the Premi Ubu 2002 Prize and Italgas Prize for Emulgation of Science 2003. In his experience as a speaker Prof. Barrow has also given some highly distinctive lectures - among others, in the year 1989 he delivered a series of lectures on natural sciences for Mrs Margaret Thatcher at 10 Downing Street in London. He was and still is a member of about 50 different international scientific Committees. He is also a Fellow of the Royal Society. In the years 1999 and 2000 he was a Forum Fellow during the World Economic Forum in Davos. He has been the supervisor of 23 Ph.D. students, while the number of his scientific collaborators is much larger since he has had a great influence on the scientific personalities of many people.

In relation to this last point I would like to make a more personal comment, which will perhaps answer the question why prof. Barrow's scientific personality evokes my own and my colleagues' admiration. I could compare John's mind to an "erupted volcano" of thousands of creative ideas. He never tires of spreading these ideas onto the people whom he is talking to about science. I myself experienced that I also never got bored with his continuous stream of ideas, remaining inspired for a long time. This is not all: from him I learned to erupt my own ideas, too. I just stopped worrying that they may be considered"completely strange" or as some would say "silly" since they are just "non-standard". I think that John would agree if I justified this statement by saying that we experience only a fraction of reality and we cannot determine a priori which "ends" of this reality meet to form a broader and a more reasonable reality.

In relation to these biographical facts about Professor Barrow I strongly support a request to grant to him the title of an honorable doctorate of the

University of Szczecin. His scientific results, popularization activity in the field of natural sciences, and also his personality which is full of enthusiasm for scientific work should be an ideal for younger generations of scientists of all scientific disciplines to follow. It will also be an extremely great honour for the University of Szczecin to register Professor John Barrow as a member of the Faculty of honorable doctors of science. This certainly establishes a piece of history which will remain in the archives of the university for ages, giving it continuous fame.

In Szczecin, 2nd April 2007

Prof. John D. Barrow

„Miejsce człowieka we Wszechświecie”
Wykład wygłoszony na XXXIX Zjeździe Fizyków Polskich w Szczecinie 10 września 2007

Powiększanie się Wszechświata

Najbardziej dramatyczną konsekwencją przyjęcia Ogólnej Teorii Względności Einsteina był fakt, że cały Wszechświat powinien się rozszerzać. Przez to rozumiemy, że jeśli zmierzymy odległość dwóch gromad galaktyk na niebie jutro, to będzie ona większa od tej odległości zmierzonej dzisiaj. Jednak my sami nie stajemy się więksi, Ziemia też nie staje się większa, nawet Nasza Galaktyka nie staje się większa. Te struktury nie powiększają swoich rozmiarów, ponieważ są związane wewnętrznie poprzez mocniejsze siły lokalne o naturze bądź chemicznej, bądź grawitacyjnej. Jedynie, jeśli będziemy rozważać skale długości większe od gromad galaktyk, to zauważymy cechy, które będą wskazywały na ekspansję Wszechświata.

Ekspansja oznacza, że na średnio wszystkie wielkości fizyczne we Wszechświecie ciągle się zmieniają. Temperatura i gęstość materii były większe w przeszłości. Fizycy i astronomowie stopniowo poukładali z kawałków bardzo spójny obraz historii Wszechświata i jego ekspansji.

Wygląda on następująco. Żyjemy około 13,7 miliarda lat od chwili w której rozpoczęła się ekspansja Wszechświata. Zadziwiającym jest, że naukowcy są w stanie przedstawić znakomicie odpowiadającą obserwacjom rekonstrukcję historii wczesnego Wszechświata, aż do chwili około 1 sekundy po Wielkim

Wybuchu. W tamtej chwili gęstość materii była tylko nieco większa od gęstości wody co wskazuje na to, że warunki panujące wówczas we Wszechświecie nie były zbyt ekstremalne i w związku z tym fizyka jaką znamy z życia codziennego wystarcza do opisu tego, co się wówczas działo. Wszechświat w czasie od 1 sekundy do 3 minut od Wielkiego Wybuchu zachowywał się jak ogromny reaktor termojądrowy produkujący lekkie pierwiastki takie jak deuter, hel i lit, które pozostały w wówczas wyprodukowanych proporcjach do dnia dzisiejszego. Okazuje się, że te proporcje zgadzają się prawie idealnie z proporcjami przewidywanymi przez nasze współczesne teorie wczesnego Wszechświata. Również obserwujemy oziębione morze mikrofal elektromagnetycznych wokół nas – to samo, które pojawiło się gdy Wszechświat był dużo bardziej gorący oraz gęstszy niż jest dzisiaj. Wszystkie te obserwacje astronomiczne pozwalają potwierdzić spójność naszego modelu Wszechświata wstecz, aż do około 1 sekundy po Wielkim Wybuchu.

Powyższy ogólny scenariusz ekspansji Wszechświata od bardzo gorącego stanu początkowego do chłodniejszego stanu dzisiejszego zwykle nazywany jest modelem „Wielkiego Wybuchu" i jest akceptowany jako wersja robocza ewolucji Wszechświata przez niemal wszystkich kosmologów. Jednak wiele aspektów ewolucji Wszechświata jest wciąż niepewnych i w związku z tym jest badanych kilka wariantów modeli Wielkiego Wybuchu w celu dostarczenia jak najlepszego opisu formowania się galaktyk w trakcie ewolucji Wszechświata. Modele te jednak zgadzają się wzajemnie co do stwierdzenia, iż Wszechświat dzisiaj rozszerza się, oraz że trwał od Wielkiego Wybuchu przez około 14 miliardów lat, natomiast nie zgadzają się zbytnio co do szczegółów jego wczesnej historii oraz co do kolejności zdarzeń, które pozwoliły na uformowanie się planet, gwiazd i galaktyk.

Wielki i stary, ciemny i zimny Wszechświat

Jedną z najbardziej zadziwiających cech Wszechświata jest fakt, że tworzy on warunki które są na pierwszy rzut oka całkiem przyjazne dla pojawienia się życia. Jednak pozory mogą mylić. Wiemy, że Wszechświat ekspanduje, a zatem jego ogromny rozmiar jest też konsekwencją ogromnie długiego jego trwania w czasie. Jak wskazuje teoria, każdy wszechświat, który zawiera złożone struktury jakie są wymagane przez życie musi być wystarczająco „stary", aby mogły się w nim wytworzyć widoczne gołym okiem gwiazdy oraz określone

pierwiastki chemiczne na których opiera się złożoność życia. Złożoność ta wymaga pojawienia się pierwiastków cięższych niż tylko wodór i hel, które mogą być jedynie wytworzone w czasie pierwszych trzech minut po Wielkim Wybuchu. Cięższe, interesujące z punktu widzenia biochemii pierwiastki, takie jak węgiel, produkowane są z wodoru i helu w reakcjach termojądrowych w gwiazdach. Gdy dobiega końca życie gwiazd, te biochemiczne pierwiastki są rozpraszane w przestrzeń kosmiczną, aby następnie znaleźć się na planetach oraz na kolejnym etapie ewolucji pojawić się w nas – ludziach.

Ten proces jądrowej alchemii jest długi i powolny. Zajmuje on zwykle miliardy lat. Zatem rozszerzający się Wszechświat, który zawiera „obserwatorów" musi trwać co najmniej miliardy lat i w związku z tym musi mieć rozmiar liczony co najmniej w miliardach lat świetlnych. Są to konieczne warunki do tego, aby we Wszechświecie możliwe było życie. Stąd wynikają dalsze konsekwencje. Ogromny rozmiar dostępnego do zamieszkania Wszechświata sprawia, że ma on bardzo niewielką średnią gęstość, a co za tym idzie gwiazdy i galaktyki są od siebie bardzo oddalone. Obszary życia z dużym prawdopodobieństwem są od siebie oddalone o ogromne astronomiczne odległości co powoduje, że rozwój cywilizacyjny następuje w izolacji od innych obszarów życia co najmniej do momentu, w którym wiedza techniczna osiągnie bardzo wysoki poziom. Szybka ekspansja Wszechświata powoduje również, że jest on bardzo zimny. To z kolei oznacza, że obserwowane przez nas nocne niebo jest ciemne, bowiem jest zbyt mało energii we Wszechświecie, aby uczynić je jasnym . Wobec tego wszechświaty, które dostarczają odpowiednich warunków do życia są: wielkie i stare oraz ciemne i zimne. Można tu uczynić uwagę, że te aspekty wszechświatów (które też powinny być uniwersalnymi cechami obserwatorów) odgrywają znaczącą rolę w kształtowaniu się naszych religijnych i filozoficznych odczuć dotyczących Wszechświata i naszego miejsca w tym Wszechświecie. Tutaj znowu należy podkreślić, jak złudne mogą być to cechy. Wielu filozofów odnosiło się do ogromności i rozproszoności Wszechświata jako dowodu dla jego nieteleologicznego charakteru. Jednak odkrycie ekspansji Wszechświata pokazuje z jak subtelnym zagadnieniem mamy tutaj do czynienia. Otóż te cechy Wszechświata, które dla niektórych komentatorów wydawały się być w oczywisty sposób sprzeczne z jego interpretacją jako miejsca odpowiedniego dla pojawienia się życia, okazują się kluczowymi jego cechami, które są wymagane dla wytworzenia wszelkiej złożoności występującej w tym Wszechświecie.

Po prostu kosmologiczna inflacja

Ekspansja Wszechświata jest bardzo delikatnie zrównoważona, co oznacza, że istnieje pewna linia krytyczna, która oddziela możliwe wszechświaty, które ekspandują wystarczająco szybko, aby trwało to wiecznie od tych możliwych wszechświatów, które z powrotem są w stanie się skurczyć do kataklizmu zwanego Wielkim Krachem w przyszłości. W rzeczywistości, nasz dzisiejszy Wszechświat znajduje się w stanie tak bliskim tej linii krytycznej, że obserwacje prawie nie są w stanie określić jaka jest prognoza ewolucji Wszechświata na przyszłość. Jednakże, to ta bliskość ekspansji względem linii krytycznej stanowi wielką tajemnicę – a priori wydaje się mało prawdopodobnym, aby ten stan rzeczy pojawił się przypadkowo. Ponownie nie jest to całkowitą niespodzianką: wszechświaty, które ekspandują za szybko nie są w stanie zebrać wystarczająco dużo materiału do wytworzenia galaktyk i gwiazd, a zatem składniki złożonego życia nie mogą być wyprodukowane. Z drugiej strony wszechświaty, które ekspandują zbyt wolno kończą swoją ewolucję kurcząc się w czasie krótszym niż miliardy lat potrzebne na wytworzenie się gwiazd. Tylko wszechświaty znajdujące się blisko linii krytycznej mogą żyć wystarczająco długo i ekspandować wystarczająco łagodnie, aby wytworzyły się w nich gwiazdy i planety. Ludzkość może tylko istnieć w jednym ze „złotych" wszechświatów, które nie ekspandują ani zbyt szybko, ani też zbyt wolno.

Od roku 1980 pojawiło się interesujące wyjaśnienie dla bliskości dzisiejszej ewolucji Wszechświata wobec linii krytycznej oraz dla jego ogromnego rozmiaru. Są to cechy, które mogą być wyjaśnione za pomocą ciągu zdarzeń, mogącego z dużym prawdopodobieństwem pojawić się we wszechświecie dowolnego typu – nie ma tu znaczenia jak zaczął on ekspandować. Nazywa się to teorią kosmologicznej „inflacji" bardzo wczesnego wszechświata, która wprowadza pewne udoskonalenie dla prostego obrazu ekspandującego wszechświata. Teoria ta proponuje krótki okres przyspieszonej ekspansji pojawiającej się bardzo wcześnie w jego historii. Ten krótki inflacyjny epizod wydaje się nieszkodliwym dla ogólnego obrazu ekspansji – może on jednak rozwiązać wiele znanych wcześniej problemów kosmologii. Zamierzchły epizod przyspieszonej ekspansji pozwala nam zrozumieć dlaczego nasz obserwowalny Wszechświat ekspanduje tak blisko linii krytycznej, która oddziela zawsze-ekspandujące wszechświaty od w końcu kurczących się wszechświatów. Fakt, że po około 14 miliardach lat ekspansji wciąż znajdujemy się tak blisko linii

krytycznej brzmi całkiem fantastycznie. Ponieważ wszelkie odchylenie od położenia dokładnie na linii krytycznej rośnie jednostajnie wraz z czasem, to wynika stąd, że ekspansja musiała się zacząć niezwykle blisko tej linii, aby dziś znajdować się w tak niebezpiecznej odległości od niej. Jednak jeśli Wszechświat doświadczył ekspansji („inflacji") przez krótki okres czasu tuż po Wielkim Wybuchu, to bez względu na to jak daleko od tej linii krytycznej znajdował się w przeszłości, dzisiaj musi znajdować się „uwodzicielsko" blisko tej linii.

W rzeczywistości, niewielki obszar, który powiększył się w tym krótkim okresie inflacji dziś zajmuje miejsce całego obserwowalnego przez nas Wszechświata. Poza tym niemożliwym jest, aby struktura tego obszaru mogła być całkowicie jednorodna. Zgodnie z zasadami mechaniki kwantowej, której prawa rządziły ówczesną ewolucją Wszechświata, musiały istnieć niewielkie kwantowe fluktuacje statystyczne gęstości materii, które były obecne w dowolnym miejscu przestrzeni. Zadziwiającym okazuje się, że te kwantowe fluktuacje zostały „rozciągnięte" w okresie inflacji do ogromnych rozmiarów astronomicznych i dostrzeżone przez satelity COBE oraz WMAP ostatnimi laty . Struktura tych fluktuacji, jaką zaobserwowano do tej pory, zgadza się prawie idealnie ze strukturą przewidywaną przez teorię inflacji kosmologicznej. Wydaje się zatem, że mamy bardzo mocny dowód obserwacyjny na to, że inflacja kosmologiczna faktycznie miała miejsce około 13,7 miliarda lat temu. W kilku następnych latach pojawi się więcej danych obserwacyjnych z trwającej misji WMAP oraz z uzupełniających eksperymentów planowanych z użyciem balonów oraz obserwacji z powierzchni Ziemi. Inne wysokiej dokładności misje satelitów planowane są także przez Europejską Agencję Kosmiczną w następnych latach.

Wieczna i chaotyczna inflacja

Poza brzegiem niewielkiego płata przestrzeni, który został rozdmuchany do obszaru obejmującego nasz cały dzisiaj obserwowany Wszechświat leży wiele (być może nieskończenie wiele) innych takich obszarów, które mogły przejść przez (być może różnego nasilenia) fazę inflacyjną w celu wytworzenia rozległych rejonów naszego Wszechświata rozciągających się poza naszym obserwowalnym dzisiaj horyzontem kosmologicznym . To prowadzi do wniosku, że nasz dzisiejszy Wszechświat posiada bardzo skomplikowaną strukturę przestrzenną oraz, że warunki fizyczne jakie panują w obszarze naszego ob-

serwowanego horyzontu kosmologicznego, którego rozmiar wynosi około 15 miliardów lat świetlnych, z bardzo małym prawdopodobieństwem są podobne do tych jakie panują w obszarach poza tym horyzontem. Ten skomplikowany obraz Wszechświata uzyskał nazwę „chaotycznej inflacji".

Później Alexander Vilenkin i Andrei Linde zdali sobie sprawę, że sytuacja jest nawet bardziej skomplikowana. Jeśli dany obszar przestrzeni podlega rozszerzaniu, to w ogólności pojawiają się w tym obszarze malutkie podobszary, które także podlegają rozszerzaniu. Ten proces może być kontynuowany w nieskończoność – w rozszerzających się obszarach produkowane są dalsze podobszary, które także podlegają rozszerzaniu, i tak dalej ... ad infinitum. Proces ten nie ma końca i dlatego został nazwany „wieczną" lub też „samo-reprodukującą się" inflacją. To sugeruje, że nasz Wszechświat jest o wiele bardziej skomplikowany w aspekcie jego historii i geografii niż mogłyby to sugerować obserwacje naszego niewielkiego obszaru, który zamieszkujemy. Poza tym jeśli Wszechświat nie ma końca w przyszłości, to pojawia się pytanie dlaczego nie trwał wiecznie w przeszłości? Do tej pory nie ustalono jednak, czy proces samo-reprodukcji Wszechświata wymaga początku oraz jak bardzo prawdopodobnym jest, że mini-wszechświaty, które nieustannie pojawiają się w procesie samo-reprodukcji, są w stanie dopuścić istnienie w nich życia.

Czy Wszechświat miał początek?

Wielu ludzi jest przyzwyczajonych do myśli, że ekspansja Wszechświata implikuje jego początek oraz, że cofając proces ekspansji moglibyśmy dokładnie oznaczyć tę chwilę czasu w przeszłości. W latach 1967-1975 ten pogląd był dominującym wśród większości kosmologów. Roger Penrose, Stephen Hawking, George Ellis i inni byli w stanie przełożyć to intuicyjne odczucie na ścisłe twierdzenia matematyczne, które stały się znane pod nazwą „twierdzeń o osobliwościach". Motywowani danymi eksperymentalnymi uczynili oni wiele założeń dotyczących natury Wszechświata oraz natury oddziaływania grawitacyjnego. Potem wywnioskowali oni, że jeśli ich założenia są prawdziwe, to musiał istnieć początek Wszechświata a zatem jego historia nie może być przedłużona nieskończenie w przeszłość. Historia Wszechświata musi w końcu osiągnąć „osobliwość" w której pojęcia czasu i przestrzeni przestają istnieć. Należy podkreślić, że to stwierdzenie jest twierdzeniem a nie teorią.

Zatem jeśli założenia twierdzenia są spełnione, to wnioski wynikają jedynie na podstawie logicznego wnioskowania.

Jednak, w późnych latach 60-tych kluczowe założenie twierdzeń o osobliwościach, że grawitacja jest zawsze siłą przyciągającą, wydawało się bez wątpienia prawdziwe – a zatem nic dziwnego, że rozpowszechnionym poglądem był taki, który wskazywał na istnienie początku Wszechświata. Ten pogląd jest bardzo dziwnym, ale jego dziwność jest złagodzona dla tych, którzy wyrośli w kulturze Zachodu będącej w związku z religijną tradycją judeo-chrześcijańską mówiącą o stworzeniu Wszechświata z niczego. Alternatywna kosmologia stanu stacjonarnego, która nie zakładała początku ekspansji przetrwała przez okres nieco dłuższy niż jedna dekada i została odrzucona po odkryciu mikrofalowego promieniowania tła oraz lekkich pierwiatków wytworzonych w następstwie procesów fizycznych pojawiających się po Wielkim Wybuchu.

Jest zadziwiającym, że ta silna wiara w samo-wytłumaczalną prawdę dotyczącą przyciągającego charakteru oddziaływania grawitacyjnego została obalona na początku lat 80-tych XX wieku. Otóż fizycy cząstek elementarnych odkryli, że ich nowe teorie przewidują istnienie wielu nowych rodzajów materii, które mogą anty-grawitować. W istocie, całe zjawisko inflacji opierało się na jednym z takich rodzajów materii. Inflacja i jej wszystkie udane wyjaśnienia dotyczące struktury Wszechświata wymagała, aby oddziaływanie grawitacyjne stało się w pewnym momencie odpychające. Dzisiaj stwierdzenie, że grawitacja nie jest zawsze przyciągająca kosmologowie uważają za całkiem rozsądne. Bez względu na to jak krótko takie odpychające oddziaływanie mogło się pojawić, oznacza to nic innego jak to, że twierdzenia o osobliwościach już nie mogą nam nic powiedzieć o przeszłości Wszechświata. Założenia pięknych twierdzeń Penrose'a, Hawkinga i Ellisa okazują się nie przystawać do rzeczywistości. To jednak nie oznacza, że nie było początku Wszechświata, a jedynie, że nie ma odpowiednich twierdzeń. Mógł zatem być początek, ale również mogło go nie być.

Scenariusz wiecznej inflacji wprowadza nową możliwość przy rozważaniu problemu początku Wszechświata. Mianowicie, może istnieć Multi-Wszechświat zawierający cały podzbiór wszechświatów, z których każdy posiada zasadniczo różne własności fizyczne. Teoria wiecznej inflacji prowadzi nas do oczekiwania, że każdy wszechświat składający się na Multi-Wszechświat charakteryzowałby się chwilą od której rozpoczynałby swoją ekspansję jako

fluktuacja kwantowa – czyli po prostu „początek" – ale mógłby zarówno mieć, jak również nie mieć końca. Jednakże cały proces produkcji Wszechświatów w ramach Multi-Wszechświata niekoniecznie musiałby mieć początek oraz koniec. Zatem moglibyśmy stwierdzić, że nasz „obserwowalny" Wszechświat miał początek, natomiast cały Wszechświat takiego początku nie miał.

Dodatkowe wymiary czasoprzestrzeni

Na początku swojej kariery naukowej wielki niemiecki filozof Immanuel Kant postawił interesujące pytanie: „dlaczego przestrzeń ma trzy wymiary?". Kant zauważył bardzo znamienną własność fizyki Newtona. Otóż newtonowskie prawo grawitacji mówiące o tym, że siła jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między przyciągającymi się masami było ściśle związane z faktem, że przestrzeń ma trzy wymiary. Jeśli przestrzeń miałaby cztery wymiary, to wówczas siła byłaby odwrotnie proporcjonalna do trzeciej potęgi odległości między masami. W ogólności, N-wymiarowy Wszechświat dopuszczałby siłę oddziaływania grawitacyjnego oraz elektromagnetycznego, która byłaby odwrotnie proporcjonalna do (N-1)-szej potęgi odległości między masami. Dlatego obserwujemy te siły jako odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości między masami w naszym trójwymiarowym świecie. Zatem prawa fizyki zależą od liczby wymiarów przestrzeni, w której się realizują.

Własności wszechświatów z inną liczbą wymiarów przestrzennych i czasowych były badane przez licznych naukowców. Możemy założyć, że prawa Natury mają taką samą postać, ale dopuścić liczbę wymiarów przestrzennych zmieniającą się w dowolnym zakresie. Okazuje się, że jeśli chcielibyśmy uzyskać stabilne atomy oraz stabilne orbity ciał niebieskich takich jak planety krążące wokół ich gwiazd, to istnienie więcej niż trzech wymiarów przestrzennych jest wykluczone. Nic nie jest w stanie utrzymać się razem w takich światach o więcej niż trzech wymiarach: siły oddziaływania między masami zmniejszają się wraz z odległością zbyt szybko. Takie światy nie zawierają żadnych struktur. Z kolei światy jedno- lub dwuwymiarowe nie dopuszczają pola grawitacyjnego, a także są zbyt uproszczone, aby umożliwić życie. Zatem trójwymiarowe światy są bardzo szczególne. Nie powinniśmy być zaskoczeni faktem, że żyjemy w trzech wymiarach przestrzennych. Po

prostu życie nie może istnieć w przestrzeniach o większej lub mniejszej liczbie wymiarów.

Teorie strun są aktualnie jedynymi teoriami fizycznymi, które nie prowadzą do wewnętrznej sprzeczności lub do przewidywania, że wielkości obserwowalne mają bezsensowne, nieskończone wartości w momencie, gdy włączy się grawitację do schematu unifikacji pozostałych oddziaływań fundamentalnych w przyrodzie. Jednak teorie te wymagają większej liczby wymiarów przestrzennych niż tylko trzy, które doświadczamy w życiu codziennym. Ponieważ dostrzegamy jedynie trzy wymiary, to wniosek z tego jest taki, że albo teorie te są błędne, albo że pojęcie wymiaru jest czymś innym niż zwykle sądzimy, albo że wiele z tych wymiarów przestrzennych jest gdzieś ukrytych. Podczas gdy wydaje nam się na pierwszy rzut oka, że jedna z dwóch pierwszych opcji faktycznie się realizuje, to powszechnie zakłada się, że ta trzecia dostarcza rozwiązanie zagadki. W kwestii wymiarów przestrzeni nie ma też demokracji: trzy z nich mają duże rozmiary natomiast pozostałe są bardzo małe i do tego zwinięte, tak że nie możemy ich bezpośrednio zaobserwować. To pozwala, aby życie współistniało w świecie o więcej niż trzech wymiarach, ponieważ „dodatkowe" wymiary są zbyt małe, aby siły oddziaływania między masami były w stanie „zauważyć" ich wpływ. Zatem życie istnieje tylko w trzech dużych wymiarach. Jednakże musiał istnieć proces fizyczny, który pozwolił trzem (i tylko trzem) wymiarom z całkowitej liczby wymiarów rozciągnąć się, natomiast pozostałe wymiary musiały być uwięzione do niewielkiej skali długości tak, aby ich wpływ nie był dla nas zupełnie dostrzegalny. Jak to się stało, że tylko trzy z tych wymiarów stały się tak duże? W chwili obecnej odpowiedź na to pytanie nie jest znana. Przyczyna może być zupełnie losowa – oznacza to, że wybór trzech dużych wymiarów nie był wcale „wdrukowany" w prawa fizyki. Alternatywnie, może istnieć głęboka przyczyna dla której trzy i tylko trzy wymiary mogły powiększyć się do aktualnych rozmiarów.

Jeśli dodatkowe wymiary istnieją i zmieniają swój rozmiar ekspandując tak samo jak nasze trzy duże wymiary przestrzenne w obserwowanym przez nas Wszechświecie, to może to być odkryte jeśli zaobserwujemy jednostajne zmiany znanych nam trójwymiarowych „stałych" fizyki . Prawdziwe stałe fizyki żyją w świecie z dodatkowymi wymiarami. Trójwymiarowe „rzuty" tych stałych, które jesteśmy w stanie obserwować, mogą zmieniać się bez zmiany prawdziwych więcej-wymiarowych stałych fizyki.

Zmienność „stałych" fizycznych

Idea polegająca na tym, że stałe fizyki jakie obserwujemy w trójwymiarowej przestrzeni mogą nie mieć fundamentalnego znaczenia – to znaczy, że mogą nie być stałymi – przyciągnęła zainteresowanie badaczy zainteresowanych przetestowaniem takiej możliwości przez bardzo precyzyjne obserwacje astronomiczne. Ostatnimi laty John Webb, Michael Murphy, Victor Flaubaum, Vladimir Dzuba, Chris Churchill, Jason Prochaska, Art. Wolfe oraz ja zastosowaliśmy nową technikę do analizy światła od odległych kwazarów . Obserwowaliśmy odstępy pomiędzy liniami widmowymi spowodowanymi absorpcją światła kwazarów przez różne pierwiastki chemiczne w obłokach pyłu znajdujących się między kwazarami, a obserwatorem na Ziemi. Te odstępy są bardzo czułe na zmianę wartości jednej ze stałych fizyki, tzw. „stałej struktury subtelnej", dla obłoków znajdujących się w odległości kosmologicznej mierzonej określonym parametrem zwanym przesunięciem ku czerwieni (ang. redshift). Porównując te odstępy dla światła kwazarów oraz dla światła tego samego typu obserwowanego w laboratorium na Ziemi otrzymujemy informację, czy stałe te mogły zmienić swoją wartość na przestrzeni dwunastu miliardów lat. Ta metoda została zastosowana do tej pory do 147 kwazarów. Wyniki zebrane oraz przeanalizowane na przestrzeni dwóch lat okazały się nieoczekiwane i potencjalnie mające bardzo istotną wymowę. Znaleźliśmy stałą i znaczącą różnicę w położeniu tych linii widmowych uzyskanych z przeszłości w porównaniu do położenia tych samych linii mierzonego w laboratorium w chwili obecnej. Ten skomplikowany „ślad" przesunięć zgadza się z mierzonym dzisiaj pod warunkiem, że wartość stałej struktury subtelnej była mniejsza o około 6 części na milion w chwili, gdy było wyemitowane światło kwazarów. Wiele innych eksperymentów jest aktualnie przygotowywanych przez astronomów w celu sprawdzenia, czy ta uporczywa zmiana jednej z podstawowych „stałych" natury jest faktem, czy też jest wynikiem pewnego niedostrzeżonego błędu w procesie zbierania danych obserwacyjnych.

Zaprogramowany Wszechświat

Ostatnią i najbardziej zaskakującą tajemnicą Wszechświata jest fakt, że obserwacje uzyskane dzięki nowym potężnym teleskopom wskazują na przy-

spieszone rozszerzanie się Wszechświata, które zaczęło się kilka miliardów lat temu – zatem inflacja kosmologiczna ma miejsce ponownie. Fakt ten wskazuje na to, że Wszechświat musi zawierać około 70 procent materii w formie tzw. ciemnej energii, która powoduje efekt grawitacyjnego odpychania . Efekt odpychania dominuje nad efektem przyciągania grawitacyjnego. Wydaje się nam nawet, że w jakimś stopniu rozumiemy czym jest ta „ciemna energia". W podstawowej wersji jest to tak zwana energia próżni kwantowej we Wszechświecie – nieredukowalna do zera minimalna energia Wszechświata. Nic nie może spowodować, aby Wszechświat się tej energii „pozbył". Poza tym nikt z nas nie oczekuje, aby ta energia była przez nas w jakiś sposób dostrzeżona. Dlaczego miałaby ona być przez nas dostrzeżona w tym krótkim okresie historii kosmosu, kiedy możliwe jest życie? Dlaczego ma ona tak szczególną wartość? Nikt nie jest w stanie na to pytanie odpowiedzieć. Wszystkie obliczenia wskazują, że jej wartość powinna być większa od tej jaką obserwujemy o osłupiającą liczbę – 10-tkę po której następuje 120 zer. Do tego jeśli wartość tej energii byłaby 10 razy mniejsza od tej ogromnej liczby, to ani galaktyki, ani gwiazdy, ani w końcu życie nie mogłyby istnieć. Nasz Wszechświat wydaje się być niesłychanie subtelnie zaprogramowany!

Prof. John D. Barrow

"Our place in the Universe"
A lecture delivered at the XXXIX Polish Physicists Congress in Szczecin on 10tth September 2007

Getting Bigger

The most dramatic consequence of Einstein's general theory of relativity was its prediction that the entire universe should be expanding. By this, we mean that if we could measure the separation of distant clusters of galaxies we would find their separation tomorrow to be greater than it is today. Nevertheless, we are not expanding, the Earth is not expanding, nor is our Galaxy. These structures do not expand because they are bound together by stronger local forces of chemical or gravitational origin. Only when we reach the scale of great clusters of galaxies do we find the markers that participate in the expansion of the universe.

The expansion means that the average conditions in the universe are continuously changing. The temperature and density of matter were greater in the past than today. Astronomers have gradually pieced together a pleasingly consistent picture for the universal history that unfolds as the universe expands.

We live about 13.7 billion years after the expansion of the universe appears to have begun. Remarkably, we are able to produce a well-tested historical reconstruction of the early universe back to a time that lies just one second after the apparent beginning. At that time the density of matter is still little more than that of water, and so conditions are far from extreme, and known physics

suffices to describe what was happening. When the universe is between one second and three minutes old it behaves like a vast nuclear reactor producing the light elements of deuterium, helium, and lithium in abundances which will survive until the present. When we search out these light elements we find that their observed abundances correspond very closely to those predicted by our theory of the early universe. We also see a cooled sea of microwaves all around us, just as we expect to see if the universe once far hotter and denser than it is today. These detailed astronomical observations allow us to confirm the consistency of our model of the universe right back to very early times – just one second after the apparent beginning.

This overall scenario of expansion from a hot early state to a cooler present state is usually referred to as the ‚Big Bang' model and is accepted as the working picture for the evolution of the universe by almost all cosmologists. Many aspects of its evolution (even in the recent past) are still uncertain and detailed variants of the Big Bang model are actively explored to discover which can provide the best description of the formation of galaxies. All of them agree that the universe is expanding today and has been for nearly 14 billion years but they disagree about the details of the very early history and the complicated sequence of events that gave rise to planets, stars and galaxies.

Big and Old, Dark and Cold

One of the curious features of the universe is the way in which it presents us with an environment which is superficially so hostile to life. But appearances can be deceptive. We know that the universe is expanding and therefore its huge size is a consequence of its great age. And any universe that contains the building blocks of complexity must be old enough for stars to form and generate the elements on which such complexity is based. This requires elements heavier than hydrogen and helium which are formed into the first three minutes of the Big Bang. The heavier biochemically interesting elements, like carbon, are made from hydrogen and helium by nuclear reactions in the stars. When stars die these biochemical elements are dispersed into space and then find their way into planets and ultimately into people.

This process of nuclear alchemy is long and slow. It takes billions of year to run its course. Thus an expanding universe that contains 'observers' must be

billions of years old and hence billions of light years in size. These are necessary conditions for life to be possible. Further consequences then follow. The large size of a habitable universe ensures that it has a very low average density and so galaxies and stars are widely separated. Outposts of life are likely to be separated by vast astronomical distances, ensuring that development occurs in isolation from other outposts of life, at least until technical knowledge is very sophisticated. The large amount of expansion also ensures that the universe is very cold. This, in turn, means that the night sky appears dark. There is too little energy density in the universe to make it bright. Thus universes that meet the necessary conditions for life are big and old, dark and cold. One might speculate that these aspects of the universes (which should be universal features for observers everywhere) play a significant role in shaping our religious and philosophical impressions of the universe and our place within it. Again, we stress how deceptive appearances can be. Many philosophers have appealed to the vastness and sparseness of the universe as evidence for its basic dysteleological character. Yet the discovery of the expansion of the universe shows how subtle this matter is. Those aspects of the universe which, to some commentators, appear so obviously in conflict with any interpretation of the universe as hospitable for life, turn out to be crucial features that are necessary for a universe to support complexity of any known sort.

Simple Inflation

The expansion of the universe is delicately poised, very close to the critical dividing line that separates universes which are expanding fast enough to keep going forever from those which will ultimately contract back towards a cataclysmic Big Crunch in the future. Indeed, so close are we to this critical divide that our observations can barely tell us for sure what the long-range forecast holds. However, it is the very proximity of the expansion to the watershed that is the big mystery: a priori it seems highly unlikely that this state of affairs arises by chance. Again, its is not a total surprise: universes that expand too fast are unable to aggregate material into galaxies and stars, so the building blocks of complex life cannot be made. By contrast, universes that expand too slowly, end up collapsing into contraction before the billions of years needed for stars to form have passed. Only universes close to the

critical divide can live long enough and expand gently enough for the stars and planets to form. We could only exist in one of those 'Goldilocks' universes that expand neither too quickly nor too slowly.

Since 1980, there has been an appealing explanation for the universe's proximity to the critical divide and its very large size. These are features that can be explained by a sequence of events that may be very probable in any type of universe, no matter how it starts out expanding. This so called 'inflationary' theory of the very early universe introduces a slight gloss on the simple picture of an expanding universe. It proposes that a brief surge of accelerated expansion occurred early in the history of the universe. This brief inflationary episode sounds innocuous but it can solve many long-standing cosmological problems. A past interlude of accelerated expansion enables us to understand why our visible universe is expanding so close to the critical divide that separates ever-expanding universes from eventually contracting ones. The fact that we are still so close to this divide, after about fourteen billion years worth of expansion, is quite fantastic. Since any deviation from lying precisely on the critical divide grows steadily with the passage of time, the expansion must have begun extraordinary close to the divide in order to remain so perilously close still today. But if the expansion were to accelerate ('inflate') for a brief period it gets driven very close to the critical divide - so close that it still remains tantalisingly so today.

In reality, the tiny region which grew, puffed up by its brief bout of inflation, into the whole visible part of our universe today could not have started out perfectly smooth. That is impossible. There must always be some tiny level of quantum statistical fluctuation present in any part of space. Amazingly, a period of inflation stretches these fluctuations to very large astronomical scales, where they have been seen in recent years by the COBE and WMAP satellites. The pattern of fluctuations seen, so far, follows very closely the distinctive signature predicted by the inflationary theory. It begins to look as though we have hard evidence that inflation really happened nearly 13.7 billion years ago. In the next few years more data will emerge from the ongoing WMAP mission and a complementary suite of experiments launched on balloons and on the Earth's surface, followed by another high-precision satellite mission to be launched by the European Space Agency in the next two years.

Eternal and Chaotic Inflation

Beyond the boundary of the little patch of the early universe that inflated to encompass the whole of our visible universe lie many (perhaps infinitely many) other such patches that can all have undergone varying amounts of inflation to produce extended regions of our universe end up beyond our visible horizon today. This leads us to expect that our universe possesses a very complex spatial structure and the conditions that we can see within our visible horizon, that lies about fifteen billion light years away, are unlikely to be typical of those far beyond it. This complicated new picture of the Universe became known as ‚chaotic inflation'.

It was then realised by Alex Vilenkin and Andre Linde that the situation is probably even more complicated. If a region inflates then it generally creates within itself, on minute length scales, the conditions for further inflation to occur from many of its parts. This process can continue into the infinite future, with inflated regions producing further sub-regions which inflate, and so on... ad infinitum. The process has no end. It has been called the ‚eternal' or 'self-reproducing' inflation. It suggests that our Universe is vastly more complicated in its overall history and geography than the little part of it that we can see might suggest. And if it has no end in the future why should it not have been always happening in the past? As yet, it is not known whether the self-reproduction process need have a beginning or how likely it is that the mini-universes that continually appear from the process of self-reproduction will be able to support life.

Was there a beginning?

Many people are used to thinking that the expansion of the universe implies that there must have been a beginning, and by retracing the course of the expansion history we could locate it at a past moment of time. During the period 1967-1975, this view was the majority opinion amongst working cosmologists as well. Roger Penrose, Stephen Hawking, George Ellis, and others, were able to make that intuitive feeling precise by proving a series of mathematical theorems that became known as the 'singularity theorems'. They made a number of assumptions about the nature of the universe and

the force of gravity, that were motivated by our experimental evidence, and then deduced that if these assumptions were true then there must have been a beginning to time. History cannot be traced indefinitely into the past. It must eventually encounter a 'singularity' where space and time cease to exist. This is what we mean by saying there was a 'beginning'. It is important to appreciate that this is a theorem and not a theory. If the assumptions of the theorem hold then the conclusions follows by logic alone.

Now, in the late 1960s the key assumption of the singularity theorems, that gravity is always a force of attraction, was believed to be unquestionably true, and so there was widespread belief that the expanding universe had a beginning in time. This is a very strange idea but its strangeness is mollified for those of us who have grown up in the West because of its resonance with Judaeo-Christian religious beliefs about the creation of the universe out of nothing. The alternative type of steady-state cosmology with no beginning had survived for little more than a decade before it was ruled out by the discoveries of the background radiation and light nuclear elements left over from the Big Bang.

It is interesting that this strong belief in the self-evident truth of the assertion that gravity was always attractive was turned on its head by the early 1980s. Particle physicists had discovered that their new theories predicted the existence of many new forms of energy that could anti-gravitate. Moreover, the whole phenomenon of inflation relied on just such a form of matter. Inflation, and all its successful explanations of the structure of the universe, required that gravity become repulsive occasionally. Today, cosmologists regard it as entirely reasonable that gravity is not always attractive. No matter how brief such repulsive behaviour might be, it meant that the singularity theorems could no longer tell us anything about the past. The assumptions of the beautiful Penrose-Hawking-Ellis theorems just do not appear to hold in our universe. This does not mean that there was no beginning, only that there is no theorem. There may have been a beginning and there may not have been.

The eternal inflationary picture introduces a new possibility into the whole problem of the origin of the Universe. There is a multiverse consisting of a sea of universes, each possessed properties which may be fundamentally different. The eternal inflationary theory leads us to expect that each of the constituent 'universes' with in the multiverse will have a time when they begin to expand out of a quantum fluctuation - in effect, a 'beginning' - and

they may or may not have an end. However, the entire multiversal process need have no beginning and no end. Thus we might find that our observable ‚universe' had a beginning whilst the entire Universe did not.

Extra dimensions

During his early career, the great German philosopher Immanuel Kant, posed the interesting question 'why does space have three dimensions?'. Kant had noticed a very profound thing: that Newton's famous inverse-square law of gravity was intimately connected with the fact that space has three dimensions. If space had four dimensions then there would be an inverse-cube law of gravity. In general, an N-dimensional world exhibits a force law for gravity and electromagnetism which falls off as the (N-1)st power of distance. This is why we see inverse-square force laws in our three-dimensional world. It reveals that the properties of the laws of physics are dependent upon the number of dimensions of space in which they act.

The nature of universes with different dimensions of both space and time has been explored by a number of scientists. We can assume that the laws of Nature keep the same forms but permit the numbers of dimensions of space to range freely over all possibilities. If we want stable atoms to exist along with stable orbits of bodies, like planets, around stars then all the worlds with more than three dimensions are excluded. Nothing holds together in worlds with more than three dimensions: the forces fall off with distance too quickly. They contain no structures at all. Worlds with only one or two dimensions have no gravitational fields and are too simple to contain living things. So three-dimensional worlds are very special. We should not be surprised to find ourselves living in three dimensions. Life could not exist in a bigger or smaller space.

String theories are the only current theories of physics which do not lead to internal contradictions or to predictions that measurable quantities have nonsensical infinite values when gravity is merged with the other forces of Nature. Yet these theories require the universe to have many more dimensions of space than the three that we habitually experience. Since we see only three dimensions we must either conclude that these theories are wrong, that dimensions can be something other than what we are used to

thinking them to be, or that lots of dimensions of space are hiding somewhere. While either of the first two options might turn out to be the case, it is generally assumed that the third provides the answer to the conundrum. The dimensions are not democratic: three get large but the rest remain unobservably small and compact. This allows life to co-exist with more than three dimensions because the ‚extra' dimensions are too small for the forces to "notice" Life exists only in the three big dimensions. Some process must be found which allows three (and only three) of the total number of dimensions of space to grow very large while the rest remain trapped at a tiny scale where their effects are so far imperceptible to us. How did just three of them become so large? At present no answer is known. The cause might be random in character, so that its choice of three large dimensions was not programmed into the laws of physics. Alternatively, there might be a deep reason why three and only three dimensions can inflate.

If the extra dimensions exist and change their size by expanding as our three-dimensional part of the universe does, then this would be revealed by a change in our "constants" of Nature at exactly the same rate. The true constants live in the total number of dimensions. The three-dimensional shadows of them that we see are allowed to change without destroying the constancy of the true higher-dimensional constants.

Changing Constants

The realisation that the constants of nature we observe in three dimensional space may not be fundamental, or constant, has renewed interest in testing their constancy by high-precision observations. During recent years John Webb, Michael Murphy, Victor Flambaum, Vladimir Dzuba, Chris Churchill, Jason Prochaska, Art Wolfe, and I have applied a new technique to analyse light from distant quasars. We look at the separation between lines caused by the absorption of quasar light by different chemical elements in clouds of dust in between the quasar and us. These separations depend sensitively on the value of a particular constant of Nature, the "fine structure constant", at the redshift where the absorption occurs. By comparing with their separations here and now in the laboratory we have a probe of whether this constant can have changed over twelve billion years. This method has

now been applied to observations of 147 quasars. The results gathered and analyzed over two years have proved to be unexpected and potentially far reaching. We find a persistent and significant difference in the separation of spectral lines in the distant past compared to the separation of the same lines when measured in the laboratory today. The complicated "fingerprint" of shifts matches that expected if the value of the fine structure constant was smaller by about six parts in a million at the time when the quasar light was first emitted. Many other sets of observations are now being scrutinised by astronomers to see if this tantalisingly change in one of Nature's fundamental "constants" is real, or the result of some unappreciated complication in the data-gathering process.

The Runaway Universe

The last and most striking mystery about our Universe that new telescopes have revealed is the fact that its expansion appears to have speeded up, a few billion years ago, and is in a state of acceleration - as if inflation were happening all over again. The universe evidently contains about 70 per cent of its energy in a dark form that exerts this repulsive gravitational effect. It dominates over all the attractive forces of gravity in the universe. We even understand at some level what such "stuff" probably is. It is the so called vacuum energy of the universe - the irreducible minimum energy of the universe. Nothing can be done in the universe that will reduce its energy below the level of this dark energy. But nobody really expected this energy to be discernable by us. Why should it just become detectable in the niche of cosmic history when life is possible? Why does it have such a special value? Nobody knows. All the calculations predict that its value should be bigger than we see by a stupefying number - 10 followed by 120 zeros! Yet if it were just ten times smaller than this huge number then neither galaxies, nor stars, nor life, could exist. Our universe is a close-run thing.

Skrócona biografia prof. Johna D. Barrowa

John D. Barrow urodził się w Londynie w 1952 roku i uczęszczał do Szkoły dla Uzdolnionej Młodzieży w Ealing (Ealing Grammar School). Studia z matematyki ukończył na Uniwersytecie w Durham w roku 1974 a doktorat z astrofizyki uzyskał na Uniwersytecie w Oxford w 1977 roku (promotorem był Dennis Sciamia – również promotor doktoratu Stephena Hawkinga i Rogera Penrose'a). Po doktoracie pracował najpierw na Uniwersytecie w Oxford a następnie na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley. W roku 1981 rozpoczął pracę w Centrum Astronomii Uniwersytetu Sussex (Brighton, Anglia), gdzie otrzymał posadę profesora w roku 1989 sprawując również funkcję Dyrektora Centrum. Jest autorem ponad 420 artykułów naukowych (większość w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej). Wypromował 23 doktorów. Jest laureatem Nagrody Lockera z astronomii, Medalu Kelvina Królewskiego Towarzystwa Filozoficznego w Glasgow (1999), Nagrody Lacciniego z astronomii (2005) oraz Nagrody Templetona (2006).

W roku 1999 otrzymał posadę profesora nauk matematycznych w Departemencie Matematyki Stosowanej i Fizyki Teoretycznej na Uniwersytecie w Cambridge oraz został dyrektorem Millenium Mathematics Project – nowej inicjatywy w kierunku uzyskania lepszego zrozumienia i docenienia matematyki i jej zastosowań wśród młodzieży i szerokiej rzeszy społeczeństwa. Millenium Mathematics Project uzyskał Jubileuszową Nagrodę Królowej Angielskiej za osiągnięcia edukacyjne w roku 2005. John Barrow jest też członkiem oraz wice-prezydentem Clare Hall College w Cambridge. Otrzymał doktorat honoris causa Uniwersytetu w Hertfordshire, Durham i Szczecinie oraz tytuł honorowego profesora Uniwersytetu Nanjing. Od roku 2003 jest członkiem Królewskiego Towarzystwa Naukowego.

John Barrow napisał 17 książek popularnonaukowych przetłumaczonych na 28 języków. Książki te poruszają bardzo szeroką tematykę interdyscyplinarną.

Zawierają wątki matematyczne, fizyczne, biologiczne, artystyczne, historyczne oraz filozoficzne. Oto ich tytuły: The left hand of creation („Lewa ręka stworzenia" – wspólnie z J. Silkiem), The Anthropic Cosmological Principle („Kosmologiczna Zasada Antropiczna" – wspólnie z F. Tiplerem), L'Homme et le Cosmos („Człowiek i Kosmos" – wspólnie z F. Tiplerem), The World Within the World („Świat Wewnątrz Świata"), Theories of Everything (istnieje polski przekład - „Teorie Wszystkiego"), Pi in the Sky (istnieje polski przekład - „Pi razy drzwi"), The Origin of the Universe (istnieje przekład polski - „Początek Wszechświata" – Wydawnictwo CIS i Oficyna Wydawnicza MOST, Warszawa 1995), The Artful Universe (istnieje przekład polski – „Wszechświat a sztuka"), Between Inner Space and Outer Space („Między Wewnętrzną a Zewnętrzną Przestrzenią"), The Book of Nothing („Książka o Nicości"), The Constants of Nature („Stałe Natury"), The Artful Universe Expanded (wersja rozszerzona), The Infinite Book („Książka o Nieskończoności"). John Barrow napisał też sztukę teatralną Infinities („Nieskończoności"), która była wystawiana w Teatro La Scala w Mediolanie wiosną 2002 oraz 2003 oraz na Festiwalu w Walencji (Hiszpania). Sztuka została uznana nagrodą włoską Premi Ubu jako najlepsza sztuka grana w teatrach włoskich w roku 2002. W roku 2003 zdobyła też Nagrodę Italgas za promocję nauki.

Profesor Barrow wygłasza dziesiątki wykładów dla bardzo zróżnicowanej publiczności w wielu różnych miejscach na całym świecie. Spośród bardziej prestiżowych należy wymienić Wykłady Gifforda na Uniwersytecie Glasgow, Wykłady G. Darwina i Withrowa w Królewskim Towarzystwie Astronomicznym, Wykłady o Nauce Amnesty International w Oxford, Wykład Flamsteeda, Wykład Tyndalla, Wykład Brashera, Wykład Bożonarodzeniowy RSA dla Dzieci, Wykład Boyla, Wykład Spinozy na Uniwersytecie w Amsterdamie. Niektóre wykłady miały charakter szczególny – były to wykłady wygłoszone na Weneckim Festiwalu Filmowym, w siedzibie Premier Wielkiej Brytanii Margaret Thatcher przy 10 Downing Street w Londynie, w Pałacu Windsorskim oraz w Pałacu Watykańskim.

Abbrieviated biography of prof. John D. Barrow

John D. Barrow was born in London in 1952 and attended Ealing Grammar School. He graduated in Mathematics from Durham University in 1974, received his doctorate in Astrophysics from Oxford University in 1977 (supervised by Dennis Sciama), and held positions at the Universities of Oxford and California at Berkeley before taking up a position at the Astronomy Centre, University of Sussex in 1981. He was professor of astronomy and Director of the Astronomy Centre at the University of Sussex until 1999. He is the author of more than 420 scientific articles on cosmology and astrophysics, and is a recipient of the Locker Prize for Astronomy, the 1999 Kelvin Medal of the Royal Glasgow Philosophical Society, the 2005 Lacchini Prize for astronomy, and the 2006 Templeton Prize.

In July 1999 he took up a new appointment as Professor of Mathematical Sciences at Cambridge University and Director of the Millennium Mathematics Project, a new initiative to improve the understanding and appreciation of mathematics and its applications amongst young people and the general public. The Millennium Mathematics Project was awarded the Queen's Anniversary Prize for educational achievement in 2005. He is also Fellow and Vice-President of Clare Hall College, Cambridge.

He has honorary Doctor of Science degrees from the Universities of Hertfordshire, Durham, and Szczecin, and is an honorary professor at the University of Nanjing. He held a Senior 5-year Research Fellowship from the Particle Physics and Astronomy Research Council of the UK in 1994-9. He holds the Gresham Professorship of Astronomy for the period 2003-7. He was elected a Fellow of the Royal Society in 2003.

He has written 17 books, translated into 28 languages, which explore many of the wider historical, philosophical and cultural ramifications of developments in astronomy, physics and mathematics: these include, The Left Hand of Creation

(with Joseph Silk), The Anthropic Cosmological Principle (with Frank Tipler), L'Homme et le Cosmos (with Frank Tipler), The World Within the World, Theories of Everything, Pi in the Sky: counting, thinking and being, Pérche il mondo è matematico?, The Origin of the Universe, The Artful Universe, Impossibility: the limits of science and the science of limits, Between Inner Space and Outer Space, The Book of Nothing and The Constants of Nature: from alpha to omega, The Artful Universe Expanded, and most recently, The Infinite Book: a short guide to the boundless, timeless and endless. He has written a successful stage play, Infinities, which was performed (in Italian) at the Teatro la Scala, Milan, in the Spring of 2002 and again in 2003 under the direction of Luca Ronconi and in Spanish at the Valencia Festival. It was the winner of the Italian Premi Ubu award for best play in the Italian theatre in 2002 and the 2003 Italgas Prize for the promotion of science.

He is a frequent lecturer to audiences of all sorts in many countries. He has given many notable public lectures in many countries, including the 1989 Gifford Lectures at Glasgow University, the George Darwin and Whitrow Lectures of the Royal Astronomical Society, the Amnesty International Lecture on Science in Oxford, The Flamsteed Lecture, The Tyndall Lecture, The Brasher Lecture, The RSA Christmas Lecture for Children, the Boyle Lecture, the Roscoe Lecture, and the Spinoza Lecture at the University of Amsterdam. John Barrow also has the curious distinction of having delivered lectures on cosmology at the Venice Film Festival, 10 Downing Street, Windsor Castle and the Vatican Palace.

Publikacje naukowe prof. Johna D. Barrowa / Scientific publications of prof. John D. Barrow

1. Light Elements and the Isotropy of the Universe, 1976. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 175, 359-370.
2. The Synthesis of Light Elements in Turbulent Cosmologies, 1977. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 178, 625-650.
3. A Chaotic Cosmology, 1977. Nature, 267, 117-120.
4. On the Origin of Cosmic Turbulence, 1977. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 179, 47P-49P.
5. The Homogeneity and Isotropy of the Universe, 1977. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 181, 719-728 (with R A Matzner).
6. Modern Cosmological Models, 1978. Science Progress 65, 129-160.
7. Quiescent Cosmology, 1978. Nature, 272, 211-215.
8. Primordial Black Hole Formation in an Anisotropic Universe, 1978. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 182, 537-558 (with B J Carr).
9. A Cosmological Limit on the Possible Variation of G, 1978. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 184, 677-682.
10. Eternity is Unstable, 1978. Nature, 276, 453-459 (with F J Tipler).
11. Analysis of the Singularity Studies of Belinskii, Lifshitz and Khalatnikov, 1979. Phys. Reports, 56, 371-402 (with F J Tipler).
12. Pre-galactic Black Holes: A New Constraint, 1979. Gen. Rel. Gravn., 11, 633-638 (with J Silk).
13. The Structure of the Early Universe, 1980. Scientific American, April issue, pp118-129 (with J Silk).
14. The Early Stages of the Universe, 1980. Chapter 4, Proc. of the General Meeting of the European Physical Society, Inst. of Physics, Heinemann, London.

15. Galaxy Formation: The First Million Years, 1980. Phil. Trans. Roy. Soc. A296, 273-288.
16. Black Holes are not the end of the World, 1979. Phys. Bulletin, 30, 149-150.
17. Baryon Asymmetry and Cosmological Asymmetries, 1979. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 188, 23P-29P.
18. Evolutionary Cosmological Models, 1979. In ‚Problems of the Cosmos', (Einstein Centenary Volume, Enciclopedia Italiana, Rome).
19. Shear Hell-Holes and Anisotropic Universes, 1979. Gen. Rel. Gravn., 11, 383-389 (with B J Carr).
20. The Size of a Bouncing Mixmaster Universe, 1980. Phys. Rev. D 21, 336-340 (with R A Matzner).
21. The Baryon Asymmetry of the Universe, 1980. Surveys in High Energy Physics, 1, 1-30.
22. The Proton Half-life and the Dirac Hypothesis, 1979. Nature, 282, 698-9.
23. Primordial Baryon Generation by Black Holes, 1979. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 192, 427-439.
24. Cosmological Constraints on the Scale of Grand Unification, 1980. Nucl. Phys. B, 181, 461-487 (with G G Ross).
25. Grand Unification Theories and the Dirac Hypothesis, 1980. Nature, 287, 566.
26. Cosmological Baryon Annihilation, 1980. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 192, 19P-23P.
27. Coagulation with Fragmentation, 1981. J. Phys. A, 14, 729-733.
28. Generic Singularity Studies Revisited, 1981. Phys. Lett. A, 82, 441-6 (with F J Tipler).
29. Chaos in the Einstein Equations, 1981. Phys. Rev. Lett., 46, 963-967.
30. Baryosynthesis and the Origin of Galaxies, 1981. Nature, 291, 469-472 (with M S Turner).
31. Inflation in the Universe, 1981. Nature, 292, 35-38 (with M S Turner).
32. The Growth of Anisotropic Structures in a Friedman Universe, 1981. Astrophys. J., 250, 432-449 (with J Silk).
33. Cosmological Constraints on Elementary Particle Masses in Lemaître Cosmological Models, 1981. Phys. Lett., B 107, 358-362.

34. Cosmology and High Energy Physics, 1981. Proc. Inst. of Physics Conference ,Nuclear Structure and Particle Physics', A Hilger, Bristol.
35. The Lore of Large Numbers: Some Historical Background to the Anthropic Principle, 1981. Quart. Jl. Roy. astr. Soc., 22, 388-420.
36. General Relativity and Non-linear Dynamics, 1982. Gen. Rel. Gravn., 14, 1523-1530.
37. Chaotic Behaviour in General Relativity, 1982. Phys. Reports 85, 1-49.
38. Cosmology and Particle Physics, 1982. In ,Cosmology: an Oxford Symposium', ed. A Wolfendale, Reidel, Dordrecht, pp21-38.
39. Dissipation and Unification, 1982. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 199, 45P-48P.
40. Massive Particles as a Probe of the Early Universe, 1982. Nucl. Phys. B, 208, 501-508.
41. Anthropic Definitions, 1983. Quart. Jl. Roy. astr. Soc., 24, 146-153.
42. Natural Units before Planck, 1983. Quart. Jl. Roy. astr. Soc., 24, 24-26.
43. Neutrino Proliferation, 1983. Phys. Lett. B, 125, 377-378.
44. Cosmology and Elementary Particles, 1983. Fund. Cosmic Physics, 8, 83-200.
45. Perturbations of a De Sitter Universe, 1983. In ,The Very Early Universe', ed. G Gibbons, S W Hawking and S T C Siklos, Cambridge University Press, Cambridge, pp267-272.
46. Chaos in the Mixmaster Universe, 1983. Phys. Rev. Lett., 50, 134-137 (with D. Chernoff).
47. The Stability of General Relativistic Cosmological Theory, 1983. J. Phys. A, 16, 2757-2776 (with A. C. Ottewill).
48. Limits on the Neutrino Number and Baryon Density of a Realistic Universe, 1983. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 203, 393-401 (with J Morgan).
49. Monopoles in the Milky Way, 1983. Phys. Lett. B, 122, 31-32 (with J Stein Schabes).
50. The Isotropy of the Universe, 1982. Quart. Jl. Roy. astr. Soc., 23, 344-357.
51. Structure of the Cosmic Microwave Background, 1983. Nature, 305, 397-402 (with R Juszkiewicz and D H Sonoda).
52. Dimensionality, 1983. Phil. Trans. Roy. Soc. A, 310, 337-346.
53. Cosmology, Elementary Particles, and the Regularity of the Universe. In , Relativistic Astrophysics and Cosmology', 1984. eds. X Fustero and E Verdaguer, World Publ. Singapore pp137-199.

54. Non-linear Gravitational Clustering, 1984. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 209, 19-144 (with R Juszkiewicz and D H Sonoda).
55. Percolation Analyses of Observed and Simulated Galaxy Clustering, 1983. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 205, 61P-66P (with S P Bhavsar).
56. Inhomogeneous Cosmologies with Cosmological Constant, 1984. Phys. Lett. A, 103, 315-318 (with J Stein Schabes).
57. Percolation Studies of Galaxy Clustering, 1984. In ‚Clusters and Groups of Galaxies', eds. M Mardirossian, G Giuricin, and M Mezetti, Reidel, Dordrecht (with S P Bhavsar), pp 415-421.
58. New Light on Heavy Light, 1984. Nature, 307, 14-15 (with R Burman).
59. Microwave Sky Patterns and the Density of the Universe, 1984. In Proc. 1st ESO-CERN Symposium, ed. G Setti and L van Hove, CERN, Geneva (with R Juszkiewicz and D H Sonoda) pp170-176.
60. Chaotic Behaviour and the Einstein Equations, 1984. In ‚Classical General Relativity', eds. W Bonnor, J Islam and M A H MacCallum, CUP, Cambridge pp 25-41.
61. A Bootstrap Resampling Analysis of Galaxy Clustering, 1984. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 210, 19P-23P, (with S P Bhavsar and D H Sonoda).
62. The Invisible Universe, 1984. New Scientist, August 30, p 28-31 (with J Silk).
63. From Quark to Cosmos, 1984. Nature, 308, 13-14 (with J Silk).
64. The Stability of Certain Spatially Homogeneous Cosmological Models, 1985. Gen. Rel. Gravn., 17, 409-416 (with D H Sonoda).
65. Helium Formation in Cosmologies with Anisotropic Curvature, 1984. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 211, 221-227.
66. Cosmology, the Existence of Observers and Ensembles of Possible Universes, 1985. In ‚Les Voies de la Connaissance', ed. M Cazenave, A Michel, Paris.
67. First-Ranked Galaxies in Groups and Clusters, 1985. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 213, 857-869 (with S P Bhavsar).
68. Universal Rotation: How Large Can it be?, 1985. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 213, 917-943 (with R Juszkiewicz and D H Sonoda).
69. Closed Universes: Their Evolution and Final State, 1985. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 216, 395-402 (with F J Tipler).
70. Microwave Background Spottiness, 1985. Nature, 316, 48 (with R Juszkiewicz and D H Sonoda).

71. The Asymptotic Behaviour of Bianchi Universes, 1986. Phys. Reports, 139, 1-49 (with D H Sonoda).
72. The Limits of Observational Cosmology, 1985. Observatory, 105, 120.
73. Minimal Spanning Trees, Filaments and Galaxy Clustering, 1985. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 216, 17-35 (with S P Bhavsar and D H Sonoda).
74. Kaluza-Klein Mixmaster Universes, 1985. Phys. Rev. D32, 1595-8 (with J Stein-Schabes).
75. The Stability of Kaluza-Klein Cosmologies, 1986. Phys. Lett. B, 167, 173-177 (with J Stein-Schabes).
76. General Relativistic Cosmological Models and the Cosmic Microwave Background, 1986. Canadian J. Phys., 64, 152-159.
77. Alignments of Clustered Quasars, 1985. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 218, 587-592 (with K Subramanian).
78. The Left Hand of Creation: the origin and evolution of the expanding universe, (with J Silk), Basic Books, New York, pp 256.
79. Three-Dimensional Classical Space-Times, 1985. Classical & Quantum Gravity, 3, 551-567 (with A Burd and D Lancaster).
80. The Inflationary Universe -- Birth, Death, and Transfiguration, 1982. Nature 298, 801-5 (with M S Turner)
81. Observational Limits on the Time-Evolution of Extra Spatial Dimensions, 1987. Phys. Rev. D, 35, 1805-1810.
82. Filaments: What the Astronomer's Eye Tells the Astronomer's Brain, 1987. Quart. Jl. Roy. Astr. Soc., 28, 109-128 (with S P Bhavsar).
83. Chaotic Space-times, 1987. In ,The Physics of Phase Space', Proc. 1st International Conference on Phase Space, pp 18-21, eds. A Zachary & S Kim, Springer LNP Series no. 278, Springer, NY.
84. The Closed-Universe Recollapse Conjecture, 1986. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 223, 835-844 (with G J Galloway & F J Tipler).
85. Uncertainties in the Cluster-Cluster Correlation Function, 1986. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 223, P21-P27 (with E N Ling & C Frenk).
86. Topics in Relativistic Cosmology, 1987. Cargèse Lectures in Physics, pp 239-292, eds. B Carter & J Hartle, Plenum, NY.
87. Relativistic Cosmology, 1987. Vancouver Lectures. In ,The Early Universe', pp125-202, eds. W Unruh & G Semenoff, Plenum, NY.
88. The Deflationary Universe: An Instability of the De Sitter Universe, 1987. Phys. Lett. B, 180, 335-339.

89. The Homogenisation and Isotropisation of an Inflationary Cosmological Model, 1986. Phys. Lett. B, 182, 25-27 (with O Gron).
90. Deflationary Universes with Quadratic Lagrangians, 1987. Phys. Lett. B, 183, 285-289.
91. Filaments and Cells -- Reality of Illusions?. Bull. Amer. Astronomical Soc. Abstracts of 169th Meeting (with S P Bhavsar). 1987
92. The Inflationary Universe: Modern Developments, 1988. Quart. Jl. Roy. astr. Soc., 29, 101-117.
93. Inflation and No-hair Theorems, 1987. Proc. Paris-Meudon Colloquium -- String Theory, Quantum Cosmology and Quantum Gravity, pp 42-53, eds. H de Vega & N Sanchez , World Scientific, Singapore.
94. Cosmic No-hair Theorems and Inflation, 1987. Phys. Lett. B, 187, 12-16.
95. Non-gaussian Statistics and the Microwave Background Radiation, 1987. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 228, 407-426 (with P Coles).
96. Life, the Universe and the Anthropic Principle, 1987. The World and I, 2, 179-187.
97. The Premature Recollapse Problem in Closed Inflationary Universes, 1988. Nucl. Phys. B, 296, 697-709.
98. The Confrontation of No-scale Supergravity with Cosmology, 1988. Nucl. Phys. B, 298, 733-747 (with N Deruelle).
99. Chairman's Introduction to Royal Society Discussion meeting on the Material Content of the Universe, 1986. Phil. Trans. Roy. Soc. A, 320, 433-34.
100. Introduction to Relativistic Cosmology, 1987. In ,Proc. of the 1st CERN-ESO School on Astroparticle Physics, Erice, pp 487-571, ed. A De Rujula, World Scientific, Singapore.
101. The Inflationary Universe, 1988. In ,Interactions and Structures in Nuclei', pp 135-150, eds. R Blin Stoyle & W D Hamilton, Adam Hilger, Bristol.
102. Action in the Universe, 1988. Nature, 331, 31-34 (with F J Tipler).
103. Lensing of Supernova Neutrinos?, 1987. Nature, 327, 375 (with K Subramanian).
104. Inflationary Universes with Exponential Potentials, 1988. Nucl. Phys. B, 308, 929-945 (with A Burd).
105. String-driven Inflationary and Deflationary Universes, 1988. Nucl. Phys. B, 310, 743-763.

106. The Mysterious Lore of Large Numbers, 1988. Contributed chapter of, Modern Cosmology in Retrospect', ed. B Bertotti, R Balbinot, S Bergia & A Messina, CUP, Cambridge, pp 67-92.
107. Cosmology Limits the Number of Neutrinos, 1989. New Scientist 28th October, p 30 (with N Dombey)
108. Inflation and the Conformal Structure of Higher-order Gravity Theories, 1988. Phys. Lett. B, 214, 515-518 (with S Cotsakis).
109. No New Kasner Solution in Higher-Derivative Gravity, 1989. Mod. Phys. Lett. A, 4, 519.
110. The New Cosmology, 1988. Beshara 6, 19-25.
111. Constants of Physics and the Structure of the Universe, 1988. In ,Unites de Mesure et Constantes Physiques', 30th Saas Fee Lectures, Chapter 8, pp 1-29, eds. M Batato et al., Assoc. Vaudoise, Lausanne.
112. What is the Principal Evidence for the Cosmological Principle?, 1989. Quart. J. Roy. astr. Soc., 30, 163-167.
113. Newtonian No-hair Theorems, 1989. Class. Quantum Gravity, 6, 1253-1265 (with G Götz)
114. The Mathematical Universe, 1989. World & I, May, pp306-311.
115. Mixmaster Cosmological Model in Theories of Gravity with a Quadratic Lagrangian, 1989. Phys. Rev. D, 39, 2187-92 (with H Sirousse-Zia).
116. Microwave Background Constraints on the Voronoi Model of Large-scale Structure, 1990. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 244, 557-562 (with P Coles).
117. New Patterns of Explanation in Cosmology, 1989. Venice Conference on Philosophy and Cosmology, ed. U Curi, CUP, pp1-15.
118. The Asymptotic Approach to De Sitter Space-time, 1989. Phys. Lett. B, 231, 228-230 (with G Götz).
119. Cosmological Theories: An Overview, 1992. The Astronomy and Astrophysics Encyclopedia, ed. S P Marran, pp 168-9, Van Nostrand, NY and Cambridge UP.
120. Equilibrium Matter Fields in the Early Universe, 1990. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 243, 602-609 (with W S Hawthorne).
121. String-driven Inflation, 1990. In ,The Formation and Evolution of Cosmic Strings', eds. G Gibbons & T Vasasparti, pp 449-464, CUP, Cambridge.
122. Inner Space and Outer Space: The Quest for Ultimate Explanation, 1989. The Centenary Gifford Lectures, ed. N Spurway, Chapter 3, pp 48-103, Blackwell, Oxford.

123. The Inflationary Universe, 1989. In ‚New Ideas in Cosmology' 1989, ed. M Shallis, Blackwell, Oxford.
124. The Statistics of Primordial Density Perturbations, 1990. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 244, 188-193 (with P Coles).
125. Chaotic Behaviour in Higher-order Lagrangian Theories of Gravity, 1989. Phys. Lett. B,232, 172-176 (with S Cotsakis).
126. Graduated Inflationary Universes, 1990. Phys. Lett. B, 235, 40-43.
127. De Sitter Ground States and Boundary Terms in Generalised Gravity, 1989. Nucl. Phys. B, 323, 242-252 (with M Madsen).
128. Platonic Relationships in the Universe, 1991. New Scientist, April 20th, pp40-43.
129. Why is the World Mathematical? Scienza & Technica Annuario Astronomical, Astrofisicae Cosmologica, 1990, pp 10-17.
130. Extended Inflationary Universes, 1990. Nucl. Phys. B 341, 294-308 (with K Maeda).
131. Projected and Intrinsic Shapes of Galaxy Clusters, 1990. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 249, 662-677 (with M Plionis and C Frenk).
132. Primordial Density Fluctuations and the Microwave Background Spectrum, 1991. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 248, 52-57 (with P Coles).
133. Baryogenesis in Extended Inflation I: Baryogenesis via Production and Decay of Supermassive Bosons, 1991. Phys. Rev. D 43, 977-983 (with E Copeland, E W Kolb & A R Liddle).
134. Baryogenesis in Extended Inflation II: Baryogenesis via Primordial Black Holes, 1991. Phys. Rev. D 43, 984-994 (with E Copeland, E W Kolb & A R Liddle).
135. Why is the Universe Mathematical?, 1990. In the Proceedings of ‚Truth in Science', ed. V Erspamer, Acad. Licencei, Rome.
136. Life, the Universe and the Anthropic Principle, In ‚The Anthropic Principle', 1990. ed. J Taylor, Penguin.
137. The Behaviour of Intermediate Inflationary Universes, 1990. Phys. Lett B 249, 406-410 (with P Saich).
138. Why is the Universe Mathematical, 1990. Nuovo Civilta delle Macchine 4, 175-183.
139. The Origin of the Universe, 1991. In ‚La Narrazione delle Origini', ed. L Preta, Laterza, Rome.

140. The Evolution of the Universe, 1991. New Literary History 22, 835-856.
141. The Evolution of Black Holes in an Expanding Universe, 1991. Mon. Not. Roy. astr. Soc., 253, 675-682 (with E Copeland & A R Liddle).
142. Some Statistical Problems in Cosmology, 1992. In ‚Statistical Problems in Astronomy', eds. A Feigelson and G J Babu, pp 21-45, Springer, NY.
143. Self-regenerating Inflationary Universes in Higher-order Gravity in Arbitrary Dimension, 1991. Phys. Lett. B 258, 299-304 (with S Cotsakis).
144. Galaxy Clustering, 1992. In ‚Statistical Problems in Astronomy', eds. A Feigelson and G J Babu, pp 163-170, Springer, NY.
145. Making Machines of Gods, 1991. The Times Higher Ed. Supplt., June 1st issue, pp13-14.
146. Baryosynthesis, Gravitation and Hot Big Bang Cosmology, 1992. In ‚Latin American Winter School Lectures in Theoretical Physics', ed. D Altschuler, J Nieves, J Ponce de Leon & M Urbriaco, pp 171-214, World Scientific, Singapore.
147. The Entropy of the Universe, 1991. In ‚Evolutionary Phenomena in the Universe', ed. P Giannone, F Melchiorri and F Occhineiro, pp 203-210, Italian Physical Society, Conf. Proc., 32, Bologna.
148. The Cosmology of Black Hole Relics, 1992. Phys. Rev. D 46, 645-657 (with E Copeland & A R Liddle).
149. Gravitation and Hot Big Bang Cosmology, 1991. In ‚The Physical Universe: The Interface Between Cosmology, Astrophysics and Particle Physics', eds. JD Barrow, A Henriques, M Lago & M Longair, pp1-20, Springer-Verlag.
150. Consequences of Extended Inflation, 1992. GIFT Lectures, Proc. St Feliu Lecture School, eds. J Sola et al., pp 179-190, World Scientific, Singapore.
151. The Anthropic Principle, 1992. L'Umana Avventura, Feb. issue, pp1-13.
152. Galaxy Clustering, 1992. In ‚Statistical Problems in Astronomy', eds. A Feigelson and G J Babu, pp163-170, Springer-Verlag, NY.
153. Theories of Everything: the Quest for Ultimate Explanation, 1991, pp223, Oxford UP, Oxford.
154. Perche il Mondo e Matematico? 1991. In ‚Scienza & Technica Yearbook, pp10-15, Mondadori, Milan.

155. L'Origine dell'Universo, 1991. In ‚La Narrazione delle Origini', ed. L Preta, pp 5-29, Laterza, Rome.
156. Nuovi Modelli di Spiegazione in Cosmologi, 1991. In ‚Il Principio Antropico', ed. B Giacomini, pp17-32, Spazio Libri Editori, Ferrera.
157. Pi in the Sky: Counting, Thinking and Being, 1992. pp317, Oxford UP, Oxford and NY.
158. L'Universo e Matematics?, 1992. Sfera 29, 6-20.
159. Stasera tutti do Euclide, 1992. La Repubblica Cultura, Dec. 20th, pp2-3.
160. Shaking the Foundations of Mathematics, 1992. New Scientist, No. 1848, pp 36-39.
161. Gravitational Memory, 1992. Physical Review D 46, R3227-3230.
162. Tempo Cosmologico, 1995. In ‚Il Temponella Scienza e nella Filosophia', ed. E Agazzi, pp 97-120, Guida Editori, Naples.
163. Scalar-field Cosmologies, 1993. Class. Quantum. Gravity 10, 279-283 (with P Saich).
164. Gravitational Collapse of Rotating Pancakes, 1993. Class. Quantum. Gravity 10, 79-91 (with P Saich).
165. Die Entwicklung des Universums, 1993. In ‚Neue Kosmologische Perspektiven', Insel Jahrbuch 1993, pp 44-71, ed. E Sens, Insel Verlag, Frankfurt.
166. Life and the Big Bang, 1993. In ‚Proc. Varenna School of Physics', ed. E Sindoni, pp1-19, Soc. Ital, di Fisica, Bologna.
167. The Origin of the Universe, pp 150, Orion, London and Basic Books, NY.
168. Grande Quanto Basta, 1993. Sfera, 40, 8-35.
169. Cosmological Principles, 1993. In ‚The Renaissance of General Relativity and Cosmology', Proc. D W Sciama 65th Birthday Meeting, eds. G F R Ellis, A Lanza and J Miller, pp 201-212, Cambridge UP, Cambridge.
170. The Growth of Large-scale Structure with a Cosmological Constant, 1993. Mon. Not. Roy. Astr.Soc., 262, 717-725 (with P Saich).
171. Scalar-tensor Cosmologies, 1992. Physical Review D 47, 5329-5335.
172. Perturbation Spectra From Intermediate Inflation, 1993. Physical Review D 47, R5219-5223 (with A R Liddle).
173. Relativistic Cosmology and the Regularization of Orbits, 1993. Observatory 113, 210-211.
174. Unprincipled Cosmology, 1993. Quart. Jl. Roy. astr. Soc., 34, 117-134.
175. New Types of Inflationary Universe, 1993. Phys. Rev. D 48, 1585-1590.

176. In the World's Image, 1993. Times Higher Ed. Supplt., pp 15-16, 16th April
177. Sizing Up the Universe, 1993. Focus Oct., pp70-73.
178. Black Hole Memory, 1993. Gen. Rel & Gravn., 26, 1-5.
179. The Universe Began in no Time at all, 1993. Falmer, 22, 12-13.
180. Anthropic Principles in Cosmology, 1993. Vistas in Astronomy, 37, 409-427.
181. Energia e Materia, 1993. Sfera, 34, 16-20.
182. Non-singular Scalar-tensor Cosmologies, 1993. Phys. Rev. D 48, 3592-3595.
183. Amplification of Gravitational Waves in Scalar-tensor Theories of Gravity, 1993. Phys. Rev. D 48, 3630-3640 (with J P Mimoso and M G Maia).
184. Gravitational Memory, 1993. Ann. NY Acad. Sci., 688, 686-689.
185. La Vita e il Big Bang, 1993. In ‚Scienza ed Etica Alle Soglie del Terzo Millenio', Proc. Soc. Ital. di Physica, 36, 141-156.
186. Perfect Fluid Scalar-tensor Cosmologies, 1994. Phys. Rev. D 50, 3746-3754 (with J P Mimoso).
187. Exact Inflationary Universes with Potential Minima, 1994. Phys. Rev. D 49, 3055-3058.
188. Cosmological Graviton Production in general Relativity and Related Gravity Theories, 1994. Phys. Rev. D 50, 6262- (with M G Maia).
189. Amplification of Gravitational Waves in Scalar-tensor Theories of Gravity, 1993. Phys. Rev. D 3630-3640 (with J P Mimosa and M G Maia).
190. De Allesomvattende Verklaring, 1993. In ‚Een goed begin is het hele werk: Beschouwingen over het begin van de kosmos', pp.95-106, Univ. Amsterdam, Amsterdam.
191. An Explosion into Time and Space, 1994. Independent Supplt., 2nd Oct., 66.
192. Caso è determinismo, 1994. In ‚Il Caso è la Libertia, eds. M Ceruti et. al., pp 15-27, Laterza, Rome.
193. Theories of Everything, 1994. In Physics and Our View of the World, ed. J. Hilgevoord, pp 38-61, Cambridge UP, Cambridge.
195. Il Suono dei numeri, 1994. La Repubblica, 4th March, 36.
196. Long-distance Calls, 1994. Guardian, 13th Oct., 13.
197. Discussion, 1994. In ‚Physics and Our View of the World', ed. J Hilgevoord, p. 259-61, Cambridge UP, Cambridge.

198. Vita, morte, è miracoli del i'universo, 1994. La Repubblica, 19th Sept., 28.
199. Foralising the Slow-roll Approximation in Inflation, 1994. Phys. Rev. D50, 6262 (with A R Liddle and P Parsons).
200. Why the Universe is not Anisotropic, 1995. Phys. Rev. D51, 3113-3116.
201. Slow-roll Inflation in Scalar-tensor Theories, 1995. Phys. Rev. D51, 2729-2732.
202. Oscillating Universes, 1995. Mon. Not. R. astr. Soc., 275, 850-862 (with M Dabrowski).
203. Inflationary Models with Logarithmic Potentials, 1995. Phys. Rev. D52, 5576-5588 (with P Parsons).
204. Generalised Scalar Field Potentials and Inflation, 1995. Phys. Rev. D51, 6757-6764 (with P Parsons).
205. New Inflation from Old, 1995. Class. Quantum Grav., 12, 1715-1721 (with P Parsons).
206. How Anisotropic can a Universe be?, 1995. Ann. NY Acad. Sci., 59, 706-709.
207. Theories of Everything, 1995. In ‚Nature's Imagination', ed.J Cornwell, pp 45-63, Oxford UP, London & New York.
208. I Limiti della Conoscenza, 1995. In ‚L'Uomo: I Limiti, Le Speranze', eds. G Giorello and E Sindoni, pp 105-111, Piemme, Casale Monferrato.
209. Limiti della Scienza, 1995. In ‚Terzo Millennio', Proc. Int. School Plasma Physics, Varenna, eds. G Giorello and E Sindoni, pp 101-112, New Press, Como.
210. Stars in their Ancient Eyes, 1995. Times Higher Ed. Suppl., Dec 16th, p16.
211. Musical Cheers and the Beautiful Noise, 1995. Times Higher Ed. Suppl., June 23rd, 19-20.
212. Beauty is in the Eye of the Hunter, 1995. Times Higher Ed. Suppl., Sept. 15th, 18-19.
213. The Wigner Inequalities for a Black Hole, 1996. Phys. Rev. D 54, 6563-4.
214. Varieties of Expanding Universe, 1996. Classical & Quantum Grav. 13, 2965-2975
215. Time-varying G, 1996. Mon. Not. R. astr. Soc., 282, 1397-1406
216. Cosmological Models of Dimensional Segregation, 1996. Classical & Quantum Grav. 13, 2693-2706 (with J. Yearsley).

217. The Formation and Evaporation of Primordial Black Holes in Scalar-Tensor Gravity Theories, 1996. Phys. Rev. D54, 3920-3931 (with B.J. Carr),
218. Limits of Science, 1996. In Boundaries and Barriers: on the limits to scientific knowledge, eds.J. Casti & A Karlqvist, pp.1-11, Addison Wesley, Reading Mass.
219. The Behaviour of Cosmological Models with Varying G, 1997. Phys. Rev. D 54, 1906-1936 (with P. Parsons)
220. Spatially Homogeneous String Cosmologies, 1997. Phys. Rev. D 55, 623-30 (with K.E. Kunze)
221. Kantowski-Sachs String Cosmologies, 1997. Phys. Rev. D 55, 630-8 (with M. Dabrowski)
222. Frontiers and Limits of Science, 1997. In How Large is God? ed. J.M. Templeton, pp. 203-216, Templeton Foundation Press, Philadephia.
223. Cosmological Limits on Slightly Skew Stresses, 1997. Phys. Rev. D 55, 7451-60
224. Is the World Simple or Complex?, 1997, In Scienza e Realtà, ed. E. Mariani, pp. 35-56, I.P.E., Naples.
225. Time in the Universe, 1997. In The Idea of Progress, eds A. Burgen, P. McLaughlin & J. Mittelstrass, Pp. 155-174, Walter De Gruyter & Co., Berlin and New York.
226. Some Limits of Science and Scientists, 1997. In Proc. 3rd International Symposium on Conceptual Tools for Understanding Nature, Trieste 1995, ed G. Costa, G. Calucci, and M. Giogi, World Scientific, Singapore, pp.1-10.
227. The Origin of the Universe, Proceedings of Reflections on the Birth of the Universe, Varenna, 25/9/96, ed E Sindoni
228. Come i fisici immaginano sia avvenuta la nascita dell'Universo?, 1997. In La Favola dell'Universo, eds G.V. Coyne, G. Giorello, and E. Sindoni, Piemme, pp. 144-146, Casale Monferrato.
229. Science: Limits, Boundaries, and Frontiers. In Il Patto col Diavolo, ed. P. Donghi, pp. 15-36, Laterza, Rome, 1997.
230. Wigner Inequalities for a Black Hole, 1996. Phys. Rev. D 54, 6563-4.
231. Constraints on a Primordial Magnetic Field, 1997. Phys. Rev. Lett. 78, 3610-3 (with P.G. Ferreira, and J. Silk)
232. Flat Spots: Topological signatures of open universes, 1997. Phys. Rev. Lett. 79, 974-7 (with J. Levin, E. Bunn, and J. Silk)

233. Inhomogeneous String Cosmologies, 1997. Phys. Rev. D 56, 741-752 (with K.E. Kunze)
234. Can Inflation be Falsified?, 1997. Gen. Rel. Gravitation, 29, 1501-1508 (with A. Liddle).
235. Geodesics in Open Universes, 1997. Phys. Lett. A 233, 169-174 (with J. Levin)
236. Chaos in the Einstein-Yang-Mills Equations, 1998. Phys. Rev. Lett. 80, 656-9 (with J. Levin)
237. A Gauge-invariant Analysis of Magnetic fields in General Relativistic Cosmologies, 1997. Classical & Quantum Grav. 14, 2539-2562 (with C.G. Tsagas)
238. Is the World Simple or Complex?, 1999. in The Values of Science: Oxford Amnesty Lectures 1997, ed W. Williams, Oxford Amnesty International Lectures, Westview Press, NY, Pp 80-94.
239. Rational Vote is Doomed, 1997. Daily Telegraph, 30 April.
240. The Analogy of Nature, 1999. In Mission to Abisko Abisko Symposium, eds. J. Casti & A. Karlqvist, Perseus Books, NY, pp. 1-6.
241. New Limits on the Variation of Physical Constants, 1998. Mon. Not. R. Astron. Soc. 295, 457-462 (with M. J. Drinkwater, J. K. Webb and V.V. Flambaum)
242. Limits on Cosmological Magnetic Fields and Other Anisotropic Stresses, Proc. 4th Paris Cosmology Colloquium, 1997, Pp196-222, eds. H. De Vega, N. Sanchez, World Scientific, Singapore, 1998.
243. Magnetohydrodynamics in the Early Universe and the Damping of Non-linear Alfvén waves, 1998. Phys. Rev. D58, 083502/1-18 (with K. Subramanian),
244. Spherical Curvature Inhomogeneities in String Cosmology, 1998. Phys. Rev D 57, 2255-2263, (with K. Kunze)
245. How the Universe Got Its Spots, 1999. Phys. Rev. D 58, 123006-1-14 (with J. Levin, E. Scannapieco, G. De Gasperis and J. Silk).
246. Is there chaos in low-energy string cosmology, 1998. Phys. Rev. D57, 1-19 (with M. Dabrowski)
247. New Limits on the Variation of Physical Constants, 1997. IAP Paris Conference Proceedings (with M. J. Drinkwater, J. K. Webb and V. Flambaum)
248. Varying G and other Constants, 1998. Proc. Erice Summer School Current Topics in Astrofundamental Physics: Primordial Cosmology, 1997, ed. N. Sanchez & A. Zichichi, World Scientific, Singapore, pp 269-305.

249. The Origin of the Universe, 1997, Modern Astronomer 1 (8), 52-3.
250. Limits on Cosmological Magnetic Fields and Other Anisotropic Stresses, 1998. Proc. Erice Summer School Current Topics in Astrofundamental Physics: Primordial Cosmology, 1997, ed. N. Sanchez & A. Zichichi, World Scientific, Singapore, pp 241-267
251. Cosmological Variations in G and, 1998, in Particle Cosmology, Proc. 3rd RESCEU Symposium on Particle Cosmology, Tokyo, Nov 10-13, 1997, ed. K. Sato, T. Yanagida, and T. Shiromizu, Universal Academic Press, Tokyo, pp. 221-236.
252. The Radiation-Matter Transition in Jordan-Brans-Dicke Theory, 1998. Phys. Rev. D 58, 027302-1-4 (with A.R. Liddle and A. Mazumdar).
253. Evidence for Time Variation of the Fine Structure Constant?, 1999. Phys. Rev. Lett. 82, 884-7 (with J.K. Webb, V.V. Flambaum, C.W. Churchill, and M.J. Drinkwater).
254. La complessità è un mucchio di zucchero, 1998. Liberal 1 (issue 2) p174-5, 12 March, 1998
255. Gauge invariant magnetic perturbations in perfect-fluid cosmologies, 1998. Class. Quantum Gravity 15, 1-22 (with C. Tsagas).
256. Gödel Universes in String Theory, 1998. Phys. Rev. D 58, 103502-1-5 (with M. Dabrowski)
257. Microwave Signals from Tangled Magnetic Fields, 1998. Phys. Rev. Lett. 81, 3575-9 (with K. Subramanian)
258. Only Connect, Liberal (1998)
259. Stringy Gödel Universes, Gravity Essay (with M. Dabrowski)
260. Cosmologies with Varying Light-Speed, 1999. Phys. Rev. D59, 043515, 1-8.
261. The Beginning of the Universe, 1998. In Aspetti del Tempo, IPS Naples, 8-10 Oct. 1997, ed E. Mariani, pp 67-82.
262. String Cosmology and Chaos, 1998. Proc. International Seminar Current Topics in Mathematical Cosmology, 30 March-4 April, 1998, Potsdam, eds. M. Rainer & H-J. Schmidt, World Scientific, Singapore, (with M. Dabrowski). Pp. 53-62.
263. El Origen del Universo, 1998. Revista de Occidente 207, 78-95
264. Cosmology, Design Arguments, and the Anthropic Principle, 1998. Proc. SSQ Conference, Berkeley, June 8th 1998, CTNS.
265. Anisotropic Stresses in an Inhomogeneous Universe, 1999. Phys. Rev. D 59, 043502, 1-8, (with R. Maartens) .

266. Genio e Rugolatezza, 1998. In Il Libro del Salone: i testi, ed. E. Gianotti, Salone del Libro, Prosa S.c.r.l., Turin. Pp. 173-179.
267. Varying - theories and solutions to the cosmological problems, 1998. Phys. Lett. B 443, 104-110 (with J. Magueijo).
268. String Cosmology, 1998. Chaos, Solitons & Fractals 10, 1-9 (with K.E. Kunze).
269. Art and Science: Les Liaisons Dangereuses. In Art and Complexity, eds. J. Casti & A Karlqvist, Proc. Abisko Worshop 1998, Elsevier Amsterdam, (2003), pp. 1-20.
270. Solutions to the Quasi-flatness and Quasi-lambda Problems, 1999. Phys. Lett. B 447, 246-250 (with J. Magueijo).
271. Cosmology and the Origin of Life, 1999.In Origine della Vita Intelligente Nell'Universo: The Origin of Intelligent Life in the Universe, Proc. Varenna Conference, Varenna, Sept. 1998, ed. E. Sindoni et al, Edizioni New Press, Como. Pp. 7-18.
272 Solving the Flatness and Quasi-Flatness Problems in Brans-Dicke Cosmologies with varying Light Speed, 1999. Class. Q. Gravity, 16, 1435-54 (with J. Magueijo).
273. From Here to Infinity, Templeton Symposium on Accelerating Creativity, Washington DC, 15 Feb. 1999, pp1-15., ed. C. Harper.
274. Is Nothing Sacred?, 1999. New Scientist Issue 2196, 21 July, pp 28-32.
275. Entropic Principles, 1999. New Astronomy 4, 333-338.
276. Spatial Variations of Fundamental Constants, 2001. MNRAS 322, 585-8 (with C. O'Toole)
277. Variations on a Constant Theme, 2000. Gen. Rel. Gravitation, 32, 1111-1124.
278. Cosmology, Life, and the Anthropic Principle, 2001. Annals NY Acad. Sciences vol. 950, 139-153, Proc. AAAS Symposium Cosmic Questions, April 14-16, 1999, Washington DC, ed. J.B. Miller.
279. Els limits del Mon des la perspectiva de la physica, 1999. Nexus 23, 6-21 Catalunya Centre for Culture, Barcelona ed G. Sebastian. Talk delivered May 3, 1999.
280. Fractals and scars on a compact octagon, 2000. Class. Quantum Gravity 17, L61-8 (with J. Levin)
281. An Entropic Cosmological Principle, 1999. Mod. Phys. Lett. A 16, 1067-71.

282. Some Exact non-vacuum Bianchi VI0 and VII0 instantons, 2000. Class. Quantum Grav. 17,1435-45 (With Y. Gaspar and P. Saffin). Life, the Universe, But Not Quite Everything, Dec. 1999. Physics World 12, 31-5.
283. Grande quanto basta, 1999. In Zero e infinito: I principi di ordine che intervengono in natura, Cuen, Naples. Pp. 15-40.
284. Le frontiere della scienza. Un debattito sulla vita, la coscienza, l'universo e I limiti della scienza, 1999. In Limiti e frontiere della scienza, ed. P. Donghi, Editori Laterza, Rome. Pp. 47-99 (with G. Cairns-Smith, J. Casti, P.C.W. Davies, & R. Penrose).
285. Can a changing explain the supernova results?, 2000. Ap. J. Lett. 532, L87 (with J. Magueijo)
286. Chaos and Order in a Finite Universe, 1999. Proc. Of 'The Chaotic Universe', ICRA, Rome, (with J. Levin).
287. L'Origine dell'Universo, 2000. Astronomia 207, 20-29.
288. Can the Universe escape Eternal Acceleration?, 2000. Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 316, L41-4 (with R. Bean & J. Magueijo)
289. The Millennium Mathematics Project, 2000 RSA Journal 1 (4) pp 4-6.
290. The Twin Paradox in Compact Spaces, 2001. Phys. Rev. A 63, 044104-0441 (with J. Levin)
291. Mathematical Jujitsu: some informal thoughts about Gödel and physics, 2000. Complexity 5 (5), 28-34
292. Possible Evidence for a variable fine structure constant from QSO absorption lines -- I. Motivations, analysis and results, 2001. Mon. Not. Roy. Astron. Soc , 327, 1208-22, (with M.T. Murphy, J.K. Webb, V.V. Flambaum, V.A. Dzuba, C.W. Churchill, J.X. Prochaska, & A.M. Wolfe).
293. Making Maths Count, Wavelength, 2000. Issue 27 (Oct), pp. 8-10.
294. The Isotropy of Compact Universes, 2001. Class. Quantum Gravity, 18, 1753-66 (with H. Kodama)
295. The Big, the Small, and the In-between, 2001Project Syndicate J. Rose
296. How Chaos Co-exists with Order, 2002. In Design and Disorder: Perspectives from Science and Theology, ESSSAT Proceedings, Lyons 2001, eds. N. Gregersen & U. Görman, T & T Clark, London and Continuum, NY, pp.11-30.
297. Further Evidence for Cosmological Evolution of the Fine Structure Constant, 2001. Phys. Rev. Lett. 87, 091301(with J. K.Webb, M. Murphy, V. Flambaum, V. Dzuba, C. Churchill, J. Prochaska, & A. Wolfe).

298. The Far, Far Future, 2001. In Proceedings Pontifical Academy, ed., G.F.R. Ellis, Templeton Foundation Press, Radnor, pp.
299. Time in the Universe -- a Traveller's Guide, 2002. Il Tempo Tra Scienza e Filosofia, Proc. Varenna conference ,The Faces of Time', Sept 25-28th 2000, ed. G. Giorello, E. Sindoni & C. Sinigaglia, edizioni Unicopli, Milan, pp.25-32.
300. Bianchi VIII Empty Futures, 2001. Class Quantum Gravity 18, 1-14 (with Y. Gaspar)
301. Cosmological Evolution of Black Holes in Brans-Dicke Gravity, 2001. Class. Quantum Gravity 18, 4717-23 (with N. Sakai)
302. All Universes Great and Small, 2001. Int. J Mod. Phys D 10 785-790 (with H. Kodama)
303. Is a good long jumper a good high jumper?, 2001. American Journal of Physics 69, 105-6.
304. Scaling Solutions and Reconstruction of Scalar Field Potentials, 2001. Phys. Rev. D 64, 127301 (with C. Rubano)
305. How Mother Nature makes a super Father Time tick, 2001. THES No.1501, 24th August, p. 18-19
306. Why is the Universe Mathematical? 2001. In Frontiers of Life, vol I The Origins of Life, pp. 125-138, Academic Press, NY.
307. A simple varying-alpha cosmology, 2002. Phys. Rev. Lett. 88, 031302 (with H.B. Sandvik & J. Magueijo).
308. A non-constructive proof, Mathematical Digest 124, 9 (2001)
309. Kaluza-Klein Anisotropy in the CMB, 2002. Phys. Lett B. 532, 153-158 (with R. Maartens).
310. Magnetic Brane-worlds, 2001. Class. Quantum Gravity 19, 155-172 (with S. Hervik)
311. The Behaviour of varying-alpha cosmologies, 2002. Phys. Rev. D 65, 063504 (with H. Sandvik and J. Magueijo)
312. Anthropic reasons for non-zero flatness and 2002. Phys Rev. D 65, 123501, (with H. Sandvik and J. Magueijo)
313. Variations of Alpha in Space and Time, 2002. Phys. Rev. D 66, 043515 (with J. Magueijo and H. Sandvik)
314. Evolution of Black Holes in Brans-Dicke Gravity, 2001. (with N. Sakai), Proc. 10th Workshop on General Relativity and Cosmology, Osaka, Sept. 2000 (gr-qc/0012067).

315. Viaggiare nel Tempo?, 2001. In Figli di Crono, ed. C. Martini, Cortina, Milan, pp. 51-68.
316. Is it e or is it c ? Experimental Tests of Varying Alpha, 2002. Phys Lett. B 549, 284-9 (with J. Magueijo and H. Sandvik).
317. A Cosmological Tale of Two Varying Constants, 2002. Phys. Lett. B 541, 201-10 (with J. Magueijo and H. Sandvik).
318. Domande senza risposta, 2002. In Matematica e cultura, ed. M. Emmer, Springer-Verlag, Milan, pp. 13-26.
319. Small-scale microwave background anisotropies due to tangled primordial magnetic fields, 2002. MNRAS 335, L57-61 (with K. Subramanian).
320. Cosmology -- A Matter of All and Nothing, 2002. Astronomy and Geophysics, 43 (4) 8-15.
321. The Weyl Tensor in Spatially Homogeneous Cosmological Models, 2002. Class. Quantum Gravity, 19, 5173-5193 (with S. Hervik).
322. Qualitative Analysis of Universes with Varying Alpha, 2002. Class. Quantum Gravity, 19, 6197-6212 (with D.F. Mota)
323. Infinities: Vivere in eterno, 2002. La Rivista del Libri, No. 7/8, p 11-13.
324. De la science des limites et les limites de science, 2002. In La complexité, vertiges et promesses: Dix-huit histoires de sciences d'aujourd'hui, ed. Réda Benkirane, chap XV, pp.311-328, Editions Le Pommier, Paris (2002).
325. Enigma variations, 2002. New Scientist 7th Sept. No. 2359, pp. 30-33.
326. Das Leben im Universum: gross, klein und komplex, 2002. In S.E.T.I.: die Suche nach dem Ausserirdischen, ed T.D. Wabbel, Beustverlag, Munich, pp. 37-52.
327. What is Time? 2002. In Big Questions in Science, ed. H. Swain, J. Cape, London, pp. 21-32.
328. Constants and Variations: from alpha to omega, 2003. Astrophysics and Space Sci. 283, 645-660. Plenary Talk. Proc. of JENAM 2002 Workshop on Variation of Fundamental Constants, Porto, Sept. 2002 also published in C.J.A.P. Martins, The Cosmology of Extra Dimensions and Varying Fundamental Constants, Kluwer, Dordrecht, (2003), pp. 207-222.
329. Changing Alpha: some matters of gravity, 2002. Int. J. Mod. Phys. D 11, 1615-9 (with J. Magueijo and H. Sandvik).
330. Unusual Features of Varying Speed of Light Cosmologies, 2003. Phys. Lett. B 564, 1-7.

331. Gauge-invariant Perturbations of Varying-alpha Cosmologies, 2003. Class. Quantum Gravity 20, 2045-2062 (with D.F. Mota).
332. More Ado About Nothing, 2004. In Perché esiste qualcosa invece di nulla?: Vuoto, Nulla, Zero, ed. S. Moriggi &E. Sindoni, Itaca Libri, Ra., pp.11-28.
333. The Stability of the Einstein Static Universe, 2003. Class. Quantum Gravity 20, L155-L164 (with G.F.R. Ellis, R. Maartens & C. Tsagas).
334. The Future of Tilted Universes of Bianchi Type, 2003. Class. Quantum Gravity, 20, 2841-2854 (with S. Hervik)
335. Small-scale CMB Polarisation anisotropies due to Tangled Primordial Magnetic Fields, 2003. Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 344, L31-35 (with K. Subramanian and T.R. Seshadri)
336. Indefinite Information Processing in Ever-expanding Universes, 2003. Phys. Lett. B 566, 1-7 (with S. Hervik)
338 A Test of a Test for Chaos, 2003. Phys. Rev. E submitted (with J. Levin)
339 The Copernican Principle in Compact Spacetimes, 2003. Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 346, 615-8 (with J. Levin).
340 Quasi-spherical Gravitational Collapse in Any Dimension, 2004. Gen. Rel. Gravitation, 36, 231-243 (with U. Debnath and S. Chakraborty)
341 Glitch, 2003. New Scientist, 7th June issue, pp. 44-5.
342 Varying Alpha in a More Realistic Universe, 2004. Phys. Lett. B, 581, 141-6 (with D.F. Mota).
343 The Long View, 2003. The Observer Real Time Supplement, pp. 32-35, 29th June issue.
344 Mapping the Dark Energy with varying Alpha, 2003. Phys. Lett. B, 578, 235-240 (with D. Parkinson and B. Bassett)
345 Wie aus nichts etwas wird, 2004. In Die Macht der Zeichen, pp.131-155 Jewish Museum Berlin, eds. D. Tyradellis and M.S. Friedlander, DuMont
346 The Dynamics and Stability of the Gödel Universe, 2004. Class. Quantum Gravity 21, 1773-1789 (with C. Tsagas)
347 Upstaging the Infinite, 2003. New Scientist 27th September, p. 34-37.
348 The Gödel Brane, 2004. Phys. Rev. D 69, 064007 (with C. Tsagas)
349 Local and Global Variations of the Fine Structure Constant, 2003. Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 349, 291-302 (with D.F. Mota)

350 Quando il Cielo si Colora di Nero, 2003. La Repubblica, Diario, p.49., 1st Oct.

351 Mathematical Explanation, 2004. In Explanations, ed. J. Cornwell, Oxford UP, Oxford, pp. 81-109.

352 Science in Culture: Gardening by numbers, 2004. Nature 427, 296.

353 Varying Alpha in Cosmology, 2004. Mod. Phys Lett. A 19, 951-8, Proc. CosPA 2003, Taiwan.

354 Marte: un pianeta tra it mito e la scienza, 2004. La Repubblica, Diario, p45, 7th Feb

355 Sudden Future Singularities, 2004. Class. Quantum Gravity 21, L79-L82.

356 Chemistry and Sensitivity, 2004. In Fine Tuning in Chemistry, eds. J.D. Barrow, S. Conway-Morris, S. Freeland and C. Harper.

357 Alles oder Nichts?: Die Vorstellungen vom Urknall und die Konstanten der Natur, 2004. In Mensch und Kosmos: Unser Bild des Universums, pp. 208-233, eds. E.P. Fischer and K. Wiegandt, Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt, (2004).

358 Outer Space, 2004. In Space In Science, Art and Society, ed. F. Penz, G. Radick & R. Howell, Cambridge UP, Cambridge, pp. 172-200.

359 Eddington; leading the field, 2004. Astronomy and Geophysics 45, 3.10-3.13 (with L. Mestel).

360 Bouncing Universes with varying Alpha and varying G, 2004. Class. Quantum Grav. 21, 4289-4296 (with D. Kimberly and J. Magueijo).

361 Our Universe and Others, 2005. In Human Approaches to the Universe, Proc. Academy of Finland Conference, Helsinki, September 2003, ed. E. Martikainen, Luther-Agricola Society, Helsinki, pp. 26-42.

362 Inhomogeneous Gravity, 2005. Mon. Not. R. Astron. Soc. 358, 601-13 (with T. Clifton and D.F. Mota)

363 Do Fermions and Bosons Produce the Same Gravitational Field?, 2004. Phys. Rev. D 70, 103515 (with R.J. Scherrer)

364 Outward Bound, 2005. Physics Teacher (Indian Physical Society), 46, 109-110

365 Inconstant Constants, 2005. Scientific American (with J.K. Webb) June issue, pp. 56-63.

366 At Home in a Goldilocks Universe, 2005. Science and Spirit , Jan/Feb issue, pp. 42-49.

367 More General Sudden Singularities, 2004. Class. Quantum Grav. 21, 5619-5622.

368 New Isotropic and Anisotropic Sudden Singularities, 2005. Class. Quantum Grav. 22, 1563-1571 (with C.G. Tsagas)

369 Structure and stability of Lukash plane-wave spacetimes, 2005. Class. Quantum Grav. 22, 825-839 (with C.G. Tsagas).

370 Doing An Infinite Number of Things Before Breakfast, 2005. New Scientist 29 Jan issue, pp. 28-32.

371 Varying Couplings in Electroweak Theory, 2005. Phys. Rev. D 71, 063525 (with D. J. Shaw).

372 Einstein as Icon, 2005. Nature 433, 218-291.

373 The beginning of the universe (L'inizio dell'Universo), 2005. In Contesti e Validità delDiscorso Scientifico, eds. L. Cuccurullo & E. Mariani, Armando Editore, Rome, pp.38-65.

374 Is the world simple or complex? (I mondo è semplice o complesso?), 2005. In Contesti e Validità delDiscorso Scientifico, eds. L. Cuccurullo & E. Mariani, Armando Editore, Rome, pp. 164-196.

375 Varying Constants, 2005. Phil. Trans. Roy. Soc. 363, 2139-2154.

376 Cosmological Constants and Variations, 2005. J. Phys.: Conf. Ser. 24, 253-267.

377 Cosmological Constraints on a Dynamical Electron Mass, 2005. Phys. Rev. D 72, 043521 (with J. Magueijo)

378 General Cosmological Bounds on Spatial Variations of Physical Constants, 2005. Phys. Rev. D 71, 083520.

379 Worlds without end or beginning, 2005. In The Scientific Legacy of Fred Hoyle, ed. D. Gough, Cambridge UP, pp.93-101.

380 Benvenuti all'Albergo Infinito, 2005. In Lo Specchio di Carta (vol B) L'Espressione Lirica e Drammatica: Poesia e Teatro, ed. N. Botta, Loescher Editore, Turin, pp. 358-361.

381 The Laws of Nature and the Flaws of Nature, 2005. Proc. Varenna School ed. E. Sindoni in press

382 The Variation of G and Primordial Nucleosynthesis, 2005. Phys. Rev. D 71, 123526 (with T. Clifton and R. Scherrer).

383 Il nostro universo e gli altri, 2005. KOS speciale: rivista di medicina, cultura e scienze umane (publ. Istituto Scientifico Universitario San Raffaele, Milan), pp 22-27

384 Bookends: Infinity and Beyond, 2005. Science and Theology July/August issue, pp.62-63.

385 The Laws and Flaws of Nature, 2005. In Dio, la Natura e la Legge: God and the Laws of Nature, eds S. Moriggi & E. Sindoni, Angelicum-Mondo X, Milan., 88-92.

386 The battle that just rages on and on, 2005. THES (Aug 12), p. 16-17.

387 Outward Bound, 2005. In Spiritual Information, chap. 21, ed. C.L. Harper, Templeton Fdn Press Conshohocken, pp. 117-120.

388 All'origine dell'Universo, 2005. La Scienza , Biblioteca di Repubblica, Supplt. La Repubblica, 20/8/2005, p.44.

389 Cosmological Co-evolution of Yang-Mills Fields and Perfect Fluids, 2005 Phys. Rev. D 72, 103512 (with Y. Jin and K-I. Maeda)

390 The Power of General Relativity, 2005. Phys. Rev. D 72, 103005 (with T. Clifton)

391 Einstein as Icon: how Einstein became the personification of physics, 2005. Association of Asia Pacific Physical Societies Bulletin 15 (5), 2-3.

392 Exact Cosmological Solutions of Scale-invariant Gravity Theories, 2005. Class. Quantum Gravity 22, L1-6 (with T. Clifton).

393 Living in a Simulated Universe, 2006. In Universe or Multiverse, ed B.J. Carr, Cambridge UP. Pp.1-6.

394 Infinito: Un Peter Pan numerico che gioca con gli interrogativi piu sconcertanti, 2005. La Repubblica Cultura, 27/9/2005, pp. 50-1.

395 Where things happen that don't: Staging the Infinite, 2005. Proc. Mykonos conference, Mathematics and Narrative, ed. A. Alexander et al.

396 The Existence of Gödel, Einstein, and de Sitter Universes, 2005. Phys. Rev. D 72, 123003 (with T.Clifton).

397 Anisotropically Inflating Universes, 2006. Phys. Rev. D 73, 023007 (with S. Hervik).

398 The Local Effects of Cosmological Variations in Physical ‚Constants' and Scalar Fields I: Spherically Symmetric Spacetimes, 2006. Phys. Rev. D 73, 123505 (with D. Shaw).

399 Local Experiments See Cosmologically Varying Constants, 2006. Phys. Lett. B 639, 596-599 (with D. Shaw).

400 Astro Destiny, 2006. Proceedings of Spoletoscienza 2005, ed. P. Donghi, Laterza, Rome.

401 The Local Effects of Cosmological Variations in Physical ‚Constants' and Scalar Fields II: Quasi-Spherical Spacetimes, 2006. Phys. Rev. D 73, 123506 (with D. Shaw).

402 Further Exact Cosmological Solutions to Higher-Order Gravity Theories, 2006. Class. Quantum Gravity, 23, 2951-2962 (with T. Clifton).

403 The Unexpected Universe, Festschrift for Evandro Agazzi, 2006. Ed. J-M van Cangh, Acad. Int, Phil. Science.

404 Decaying Gravity, 2006. Phys. Rev. D 73, 104022 (with T. Clifton)

405 The Great Basilica of Nature, 2006. Science and Theology News (April issue), p.15-16.

406 Cosmology: the study of universes, 2006. Sciama Memorial, Venice

407 Cosmologies with Energy Exchange, 2006. Phys. Rev. D 73, 103520 (with T. Clifton)

408 Observable Effects of Scalar Fields and Varying Constants, 2006. Gen. Rel. Gravn. gr-qc/0607132 in press (with D. Shaw)

409 Cosmology in Three Dimensions: steps towards the general solution, 2006. Class. Quantum Gravity 23, 5291-5322 (with D. Shaw and C. Tsagas)

410 The Dominant Balance at Cosmological Singularities, 2006. J. Phys.: Conf. Ser. In press gr-qc/0608137 (with S. Cotsakis)

411 Averaging Anisotropic Cosmologies, 2007. Class. Quantum Gravity, 24, 1023-1031 (with C.Tsagas).

412 On the Evolution of Universes in Quadratic Theories of Gravity, 2006. Phys. Rev. D74, 124017 (with S. Hervik).

413 Intermediate Inflation in the light of the three-year WMAP Observations, 2006. Phys. Rev. D 74, 127305 (with A.R. Liddle and C. Pahud).

414 Cosmology with Inhomogeneous Magnetic Fields, 2006. Physics Reports submitted (with C.G. Tsagas and R. Maartens) astro-ph/0611537

415 Modern Cosmology and Our Place in the Universe, 2006. In Giessen 40th Anniversary Lectures, eds. W. Achtner and E. Gräb-Schmidt.

416 A Strong Constraint on Ever-Present Lambda, 2006. Phys. Rev. D submitted. gr-qc/0612128

417 Gödel and Physics, 2006. Paper delivered at ‚Horizons of Truth', Kurt Gödel Centenary Meeting, Vienna, 27-29th April 2006, physics/0612253.

418 Some Ups and Downs of Cyclic Universes, 2007. Phys. Rev. D in press (with T. Clifton).

419 The Cosmology of f(R) Gravity in the Metric Approach, 2007. Phys. Rev. D submitted gr-qc/070111 (with B. Li).

Książki popularnonaukowe prof. Johna D. Barrowa / Popular books authored by prof. John D. Barrow

B1. The Left Hand of Creation: The Origin and Evolution of the Expanding Universe, 1983. Pp. 256. Basic Books, New York and Heinemann, London (with J Silk); paperback eds by Allen & Unwin, London and Basic Bks., NY; 2nd enlarged edition 1995, pp 262, publ. Oxford UP, NY and Penguin, London (translated onto various languages).

B2. L'Homme et le Cosmos, 1984. Pp. 113, Radio France Imago, Paris (with F J Tipler).

B3. The Anthropic Cosmological Principle, 1986. Pp. 706, Oxford University Press, Oxford and New York (translated onto various languages) (with F J Tipler), 2nd edn. 1996.

B4. The World Within the World, 1988. Pp. 398, Oxford University Press, London and NY, hard and paper; 2nd edn 1995 (translated onto various languages).

B5. Theories of Everything: The Quest for Ultimate Explanation, 1991. Pp. 223, Oxford University Press, London and NY (translated onto various languages). Paperback edns by Vintage, London and Ballantine, NY.

B6. Pi in the Sky: Counting, Thinking and Being, 1992. Pp. 317, Oxford University Press, London and NY (translated onto various languages). Paperback edns by Penguin, London and Little Brown, NY.

B7. Perche il Mondo e Matematico?, 1992. Pp. 108, (1991 Sigma-Tau-Laterza Lectures) Laterza , Rome (translated onto various languages).

B8. The Origin of the Universe, 1993. Pp. 150, Basic Books, NY and Orion, London (translated onto 26 languages).

B9. The Artful Universe, 1995. Pp. 274, Oxford University Press, London and NY (translated onto various languages). Paperback edns by Penguin, London and Little Brown, NY.

B10. Impossibility: the limits of science and the science of limits, 1998. Oxford U.P., Oxford and NY. Pp. 279 (translated onto various languages).
B11. Between Inner Space and Outer Space, 1999. Oxford U.P., Pp. 274 (translated onto various languages).
B12. The Universe that Discovered Itself, 2000. Oxford U.P. , London and New York, pp. 448.
B13. The Book of Nothing, 2000. Jonathan Cape London & Pantheon NY (2001) (translated onto various languages), pp.361.
B14. Infinities, 2002. Editizione Piccolo Teatro di Milano, Milan in Italian, pp. 94.
B15. The Constants of Nature: From Alpha to Omega, 2002. Jonathan Cape, London and 2003 Pantheon NY, pp. 353 (translated onto various languages).
B16. The Infinite Book: A Short Guide to the Boundless, Timeless and Endless, 2005. Jonathan Cape and Vintage London and Pantheon NY, pp. 328 (translated onto various languages).
B17. The Artful Universe Expanded, 2005. 2nd edn Oxford UP, London and NY, pp. 321.
B18 New Theories of Everything, 2007. 2nd expanded edn., Oxford UP, Oxford and NY
B19. Cosmic Imagery, 2007. Random House, London and Norton, NY, in press (estimated pp. 500).

Książki audio /
Audio books

A1 The Origin of the Universe, (3.5 hours reading by JD Barrow) Orion Audio Books, London, 1997

Sztuki teatralne /
Theatre Script

T1 ‚Infinities'. Performed in Italian at the Teatro Piccolo, Milan, directed by Luca Ronconi, 8-28th March 2002 and 5 May-2nd June 2003. Performed in Spanish at Nave de Sagunto, Valencia, directed by Vincente Genovès, 19th April-12 May 2002. Winner of the Italian 2002 Premi Ubu award for best play (Spettacolo dell'anno) and 2003 Italgas Prize for scientific contributions to Italian culture.

Doktorzy **honoris causa** Uniwersytetu Szczecińskiego
Honorary Doctors of Szczecin University

1.	ks. arcybiskup pro f. dr hab. **Kazimierz MAJDŃSKI**	01.10.1992 r.
2.	prof. dr **Władysław GÓRSKI**	01.10.1993 r.
3.	prof. zw. dr hab. **Alfred WIELOPOLSKI**	22.06.1995 r.
4.	Prezydent Brandenburgii **Manfred STOLPE**	20.06.1996 r.
5.	prof. zw. dr hab**. Waldemar GRZYWACZ**	11.10.1996 r.
6.	prof. zw. dr hab. **Józef RUTKOWSKI**	11.10.1996 r.
7.	prof. zw. dr hab. **Lesław SWATLER**	11.10.1996 r.
8.	prof. zw. dr hab. **Leszek BALCEROWICZ**	22.04.1998 r.
9.	prof. zw. dr hab. **Andrzej PISKOZUB**	21.05.1999 r.
10.	Redaktor **Jerzy GIEDROYĆ**	22.05.2000 r.
11.	prof. dr hab. **Leszek KOŁAKOWSKI**	14.10.2000 r.
12.	**HANS DIETRICH GENSCHER**	11.04.2002 r.
13.	prof. dr hab. **Gerard LABUDA**	24.03.2003 r.
14.	prof. dr **Christopher F. PATTEN**	09.10.2003 r.
15.	**Günter VERHEUGEN**	05.03.2004 r.
16.	prof. zw. dr hab. **Andrzej LEGOCKI**	26.06.2006 r.
17.	prof. zw. dr hab. **Wojciech WRZESIŃSKI**	03.10.2006 r.
18.	prof. zw. dr hab. **Kazimierz SAWICKI**	14.10.2006 r.
19.	prof. zw. dr hab. **Tadeusz WIERZBICKI**	14.10.2006 r.
20.	prof zw dr hab **Andrzej DUBAS**	01.12.2006 r.
21	prof. zw. dr hab. **Stanisław OWSIAK**	30.03.2007 r.

Spis treści / Table of Contents

Przemówienie z okazji nadania tytułu honoris causa podczas XXXIX Zjazdu Fizyków Polskich w Szczecinie 7

A speech delivered on the occasion awarding the title of Honorary Doctor at the XXXIX Polish Physicists Congress in Szczecin 11

Wniosek promotorski w sprawie nadania Johnowi D. Barrow tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego 15
Promoter's speech on the occasion awarding to John D. Barrow the title of Honorary Doctor of Szczecin University 19

Opinia w sprawie nadania prof. Johnowi D. Barrow tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego 23
Recommendation to grant the title of Honorary Doctor of Szczecin University to prof. John D. Barrow 29

Opinia w sprawie nadania prof. Johnowi D. Barrow tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego 35
Recommendation to grant the title of Honorary Doctor of Szczecin University to prof. John D. Barrow 39

Opinia w sprawie nadania prof. Johnowi D. Barrow tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego 43
Recommendation to grant the title of Honorary Doctor of Szczecin University to prof. John D. Barrow 49

„Miejsce człowieka we Wszechświecie" Wykład wygłoszony na XXXIX Zjeździe Fizyków Polskich w Szczecinie 10 września 2007 55

"Our place in the Universe" A lecture delivered at the XXXIX Polish Physicists Congress in Szczecin on 10tth September 2007 67

Skrócona biografia prof. Johna D. Barrowa 77
Abbrieviated biography of prof. John D. Barrow 79
Publikacje naukowe prof. Johna D. Barrowa 81
Scientific publications of prof. John D. Barrow 81

Książki popularnonaukowe prof. Johna D. Barrowa 105
Popular books authored by prof. John D. Barrow 105

Książki audio / *Audio books* 107

Sztuki teatralne / *Theatre Script* 107

Doktorzy honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego 109
Honorary Doctors of Szczecin University 109

Redakcja i tłumaczenie: Mariusz P. Dąbrowski

Korekta językowa: Martin A. Hendry

Projekt graficzny: Daniel Sosnowski

ISBN: 978-83751804-1-1

Druk: PPH Zapol Dmochowski, Sobczyk Spółka Jawna
al. Piastów 42, 71-062 Szczecin

Wydawca: PPH Zapol Dmochowski, Sobczyk Spółka Jawna
al. Piastów 42, 71-062 Szczecin