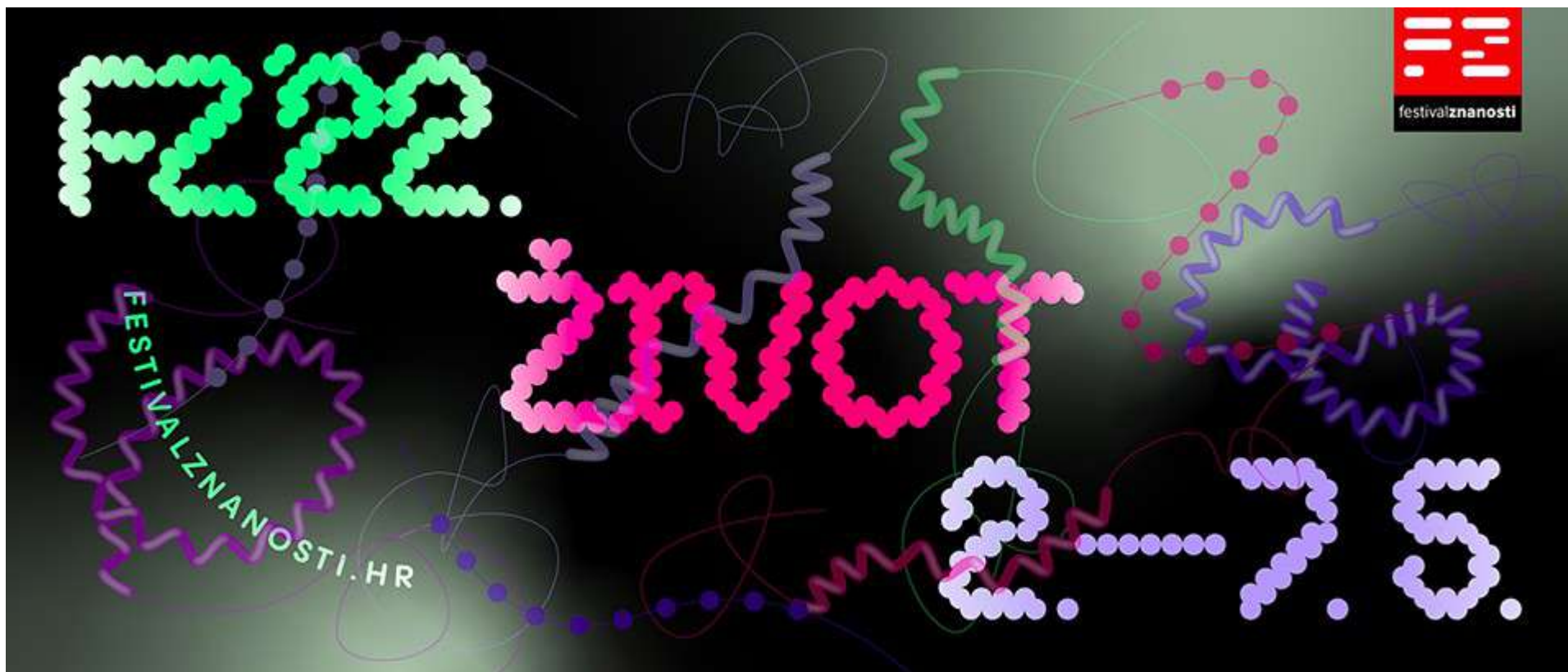


# **ASTROBIOLOGIJA**

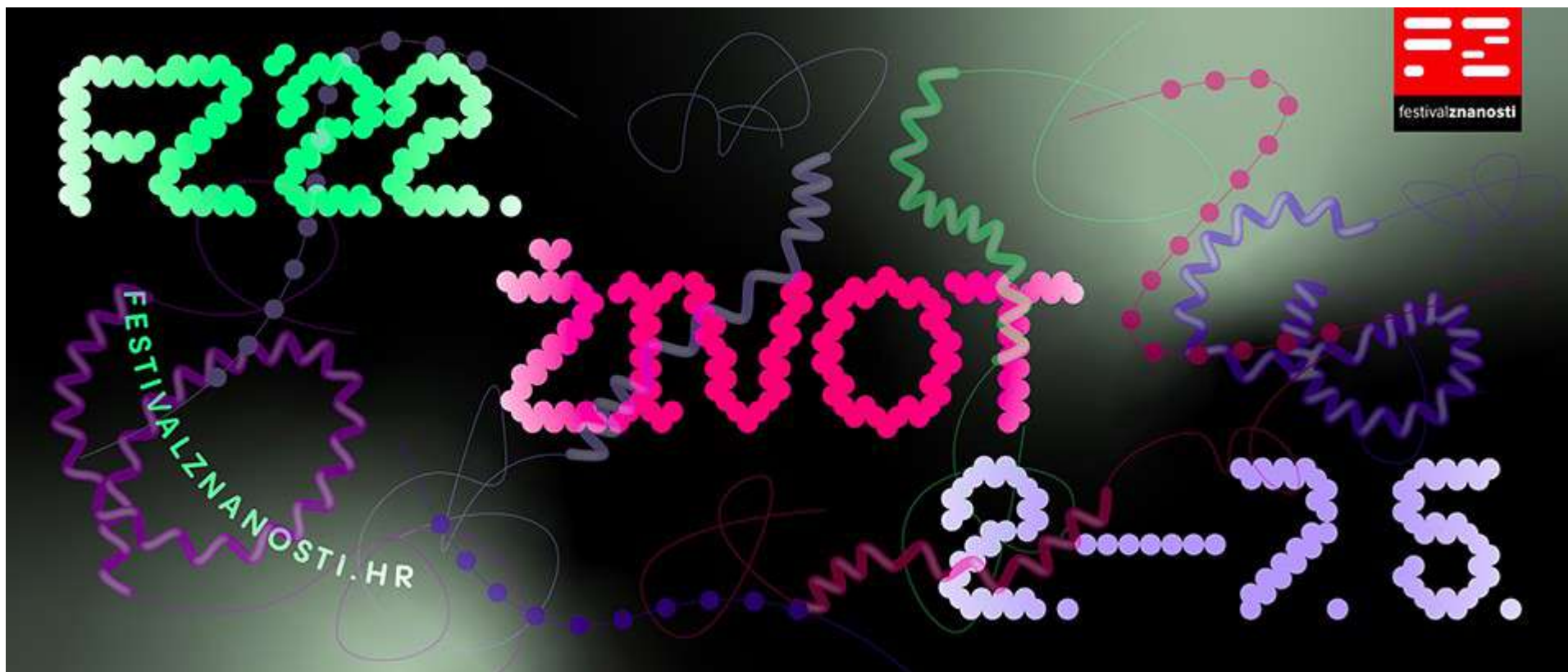
## **znanost o izvanzemaljskom životu**

Dario Hrupec

Festival znanosti, Zagreb  
6. svibnja 2022.



Što je život? Kakva mu je definicija? Kako prepoznati život?  
Kakav je naš život? Je li to život? Ima li život cijenu?  
Kako očuvati živote? Kako omogućiti život? Kako živjeti bolje?  
Ima li života poslije smrti? Ima li života prije smrti?  
Kako počinje život? Život na Zemlji...kolikim vrstama je ugrožen život na Zemlji?  
Postoji li izvanzemaljski život?  
Koje su građevne opeke života? Što znači da je virus na granici živog i neživog?  
Kako produžiti život? Kako spasiti život?  
Životne zajednice... životne odluke... životni strahovi.. životne dileme...  
životni izazovi... životna otkrića... ljepota života...  
Kako znanost utječe na život? Kako ga čini i mogućim i duljim i boljim?



Što je život? Kakva mu je definicija? Kako prepoznati život?  
Kakav je naš život? Je li to život? Ima li život cijenu?  
Kako očuvati živote? Kako omogućiti život? Kako živjeti bolje?  
Ima li života poslije smrti? Ima li života prije smrti?  
Kako počinje život? Život na Zemlji...kolikim vrstama je ugrožen život na Zemlji?  
**Postoji li izvanzemaljski život?**  
Koje su građevne opeke života? Što znači da je virus na granici živog i neživog?  
Kako produžiti život? Kako spasiti život?  
Životne zajednice... životne odluke... životni strahovi.. životne dileme...  
životni izazovi... životna otkrića... ljepota života...  
Kako znanost utječe na život? Kako ga čini i mogućim i duljim i boljim?

# **ASTROBIOLOGIJA**

## **znanost o izvanzemaljskom životu**

Dario Hrupec

Festival znanosti, Zagreb  
6. svibnja 2022.

Što je astrobiologija?

# Što je astrobiologija?

<https://dariohrupec.org/tekstovi/astrobiologija-znanost-o-izvanzemaljskom-zivotu/>

Astrobiologija: znanost o  
izvanzemaljskom životu

– OBJAVLJENO 01/06/2007 / MATEMATIČKO-FIZIČKI LIST 4/228 (2006. – 2007.).  SAČUVAJ KAO PDF

*Kako je nastao i razvio se život?*

*Ima li života drugdje u svemiru?*

*Kakva je budućnost života na Zemlji i izvan nje?*

# Što je astrobiologija?

interdisciplinarno polje prirodnih znanosti o porijeklu, ranom razvoju, raspodjeli i budućnosti **života** u svemiru

Što je život?

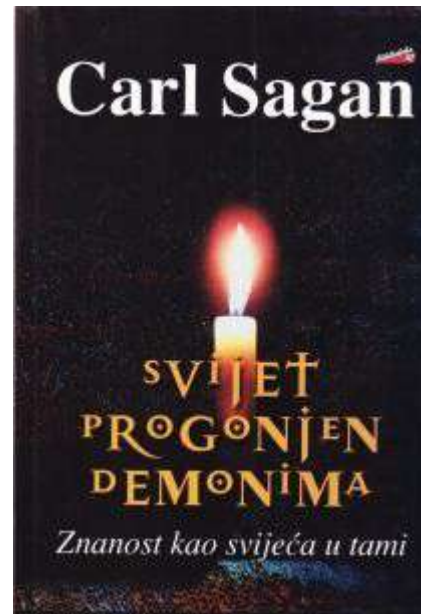


# Što je život?

karakteristika po kojoj razlikujemo organiziranu materiju koja ima određene procese (samoodržanje, samoorganizacija, razmnožavanje, evolucijska prilagodba) od one koja ih nema

prirodna znanost o životu na Zemlji je **BIOLOGIJA**

# Postoji li život u svemiru?



Često me pitaju: "Vjerujete li u izvanzemaljsku inteligenciju?" Odvraćam sa standardnim argumentima - da tamo gore postoje mnoga mjesta, da su molekule života posvuda, koristim riječ milijarde, i tako dalje. Potom kažem da bi me vrlo iznenadilo da ne postoji izvanzemaljska inteligencija, ali naravno da zasad ne postoje nikakvi uvjerljivi dokazi za nju.

Često, nakon toga, me pitaju: "Što stvarno mislite?" Kažem: "Upravo sam vam rekao što stvarno mislim."

"Da, ali što osjećate u svom srcu?"

Ali, ja ne pokušavam misliti svojim srcem. Ozbiljan sam u vezi s razumijevanjem svijeta, ne mislim ni sa čim drugim do sa svojim mozgom, i ma koliko to drugo moglo biti privlačno, vjerojatno je da će me odvesti u nevolje. Stvarno, sasvim je u redu pričekati sa sudovima sve dok se ne pojave dokazi.

# Postoji li inteligentni život u svemiru?

Posljednja knjiga jednog od najznamenitijih znanstvenika našeg vremena

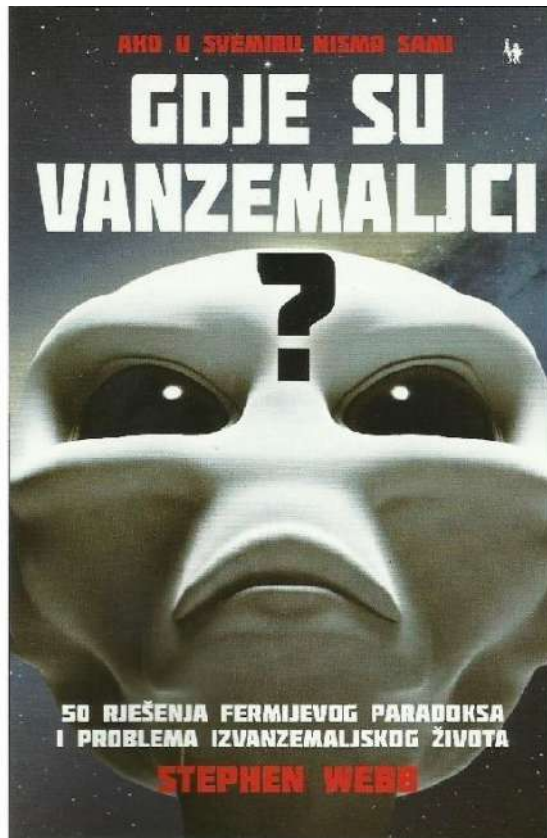
STEPHEN  
HAWKING



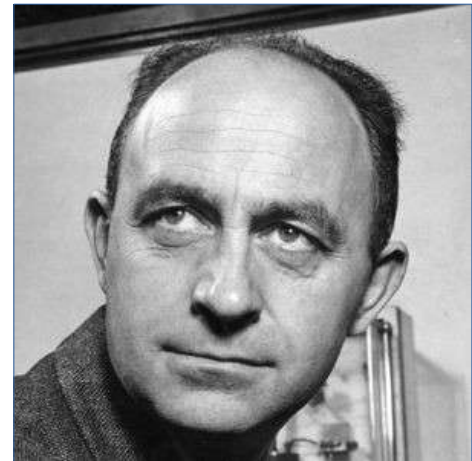
v|b|z 

KRATKI ODGOVORI  
NA VELIKA PITANJA

# Fermijev paradoks



WHERE IS EVERYBODY?



prividna proturječnost  
između općeg očekivanja da izvanzemaljske civilizacije postoje  
i činjenice da potvrdu njihovog postojanja zasad nemamo

# Fermijev paradoks



## I. Oni su ovdje

rješenje 1: Oni su ovdje i nazivaju se Mađarima

rješenje 2: Oni su ovdje i petljaju se u ljudske poslove

rješenje 3: Bili su ovdje i o tome su ostavili dokaze

rješenje 4: Oni postoje i to smo mi – svi smo mi vanzemaljci!

rješenje 5: Scenarij zoološkog vrta

rješenje 6: Scenarij zabrane

rješenje 7: Hipoteza planetarija

rješenje 8: Bog postoji

# Fermijev paradoks

## II. Oni postoje, ali se još nisu javili

rješenje 9: Zvijezde su daleko

rješenje 10: Nisu imali dovoljno vremena da nas dosegnu

rješenje 11: Perkolacijski pristup

rješenje 12: Bracewell–Von Neumannove sonde

rješenje 13: Mi smo solarni šovinisti

rješenje 14: Oni sjede kod kuće...

rješenje 15: ...i tumaraju Internetom

rješenje 16: Šalju signale, ali mi ih ne znamo primiti

rješenje 17: Šalju signale, ali ne znamo na kojoj ih frekvenciji hvatati

rješenje 18: Naša strategija traganja je pogrešna

rješenje 19: Signal je već tu negdje, među drugim podacima

rješenje 20: Nismo dovoljno dugo slušali

rješenje 21: Svi osluškuju, nitko ne emitira

rješenje 22: Berserkeri

rješenje 23: Ne žele uspostaviti kontakt

rješenje 24: Oni imaju drukčiju matematiku

rješenje 25: Oni stalno pozivaju, ali mi ne raspoznamo signal

rješenje 26: Oni su negdje, ali je svemir čudniji no što zamišljamo

rješenje 27: Izbor (vlastite) katastrofe

rješenje 28: Naišli su na singularnost

rješenje 29: Nebo je često oblačno

rješenje 30: Postoji beskonačno mnogo vanzemaljskih civilizacija



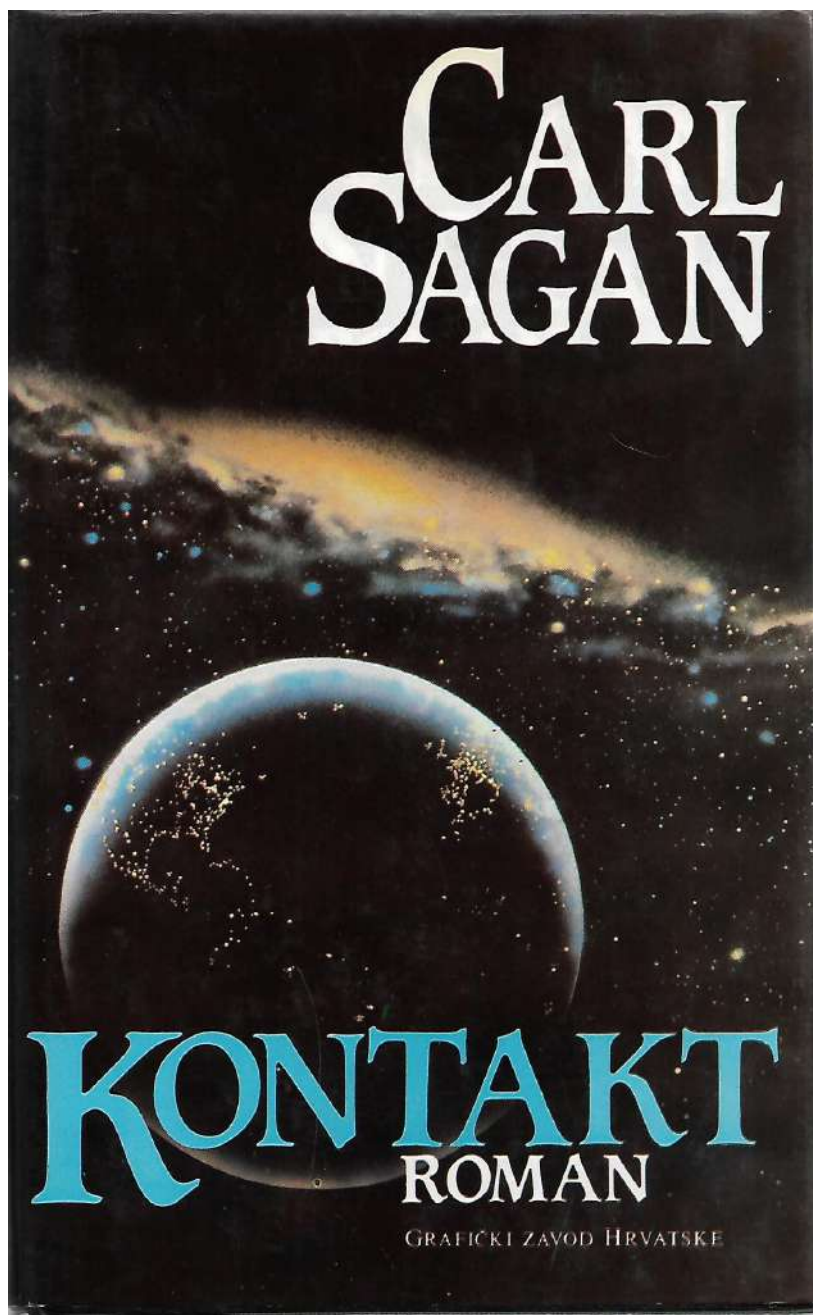
# Fermijev paradoks

## III. Oni ne postoje

- rješenje 31: Svemir je tu samo zbog nas
- rješenje 32: Život se mogao pojaviti tek nedavno
- rješenje 33: Planetarni sustavi su rijetki
- rješenje 34: Mi smo prvi
- rješenje 35: Stjenoviti planeti su rijetki
- rješenje 36: Trajno naseljive zone su uske
- rješenje 37: Jupiteri su rijetki
- rješenje 38: Zemlja ima optimalan “motor evolucije”
- rješenje 39: Galaksija je opasno mjesto
- rješenje 40: Planetarni sustav je opasno mjesto
- rješenje 41: Zemljin sustav tektonskih ploča je jedinstven
- rješenje 42: Mjesec je jedinstvena pojava
- rješenje 43: Postanak života je rijetkost
- rješenje 44: Prokarioti rijetko prelaze u eukariote
- rješenje 45: Vrste koje izrađuju alate su rijetkost
- rješenje 46: Tehnološki napredak nije nužan
- rješenje 47: Inteligencija koja se može mjeriti s ljudskom je rijetkost
- rješenje 48: Jezik je čovjekova posebnost
- rješenje 49: **Nastanak znanosti nije nužan**

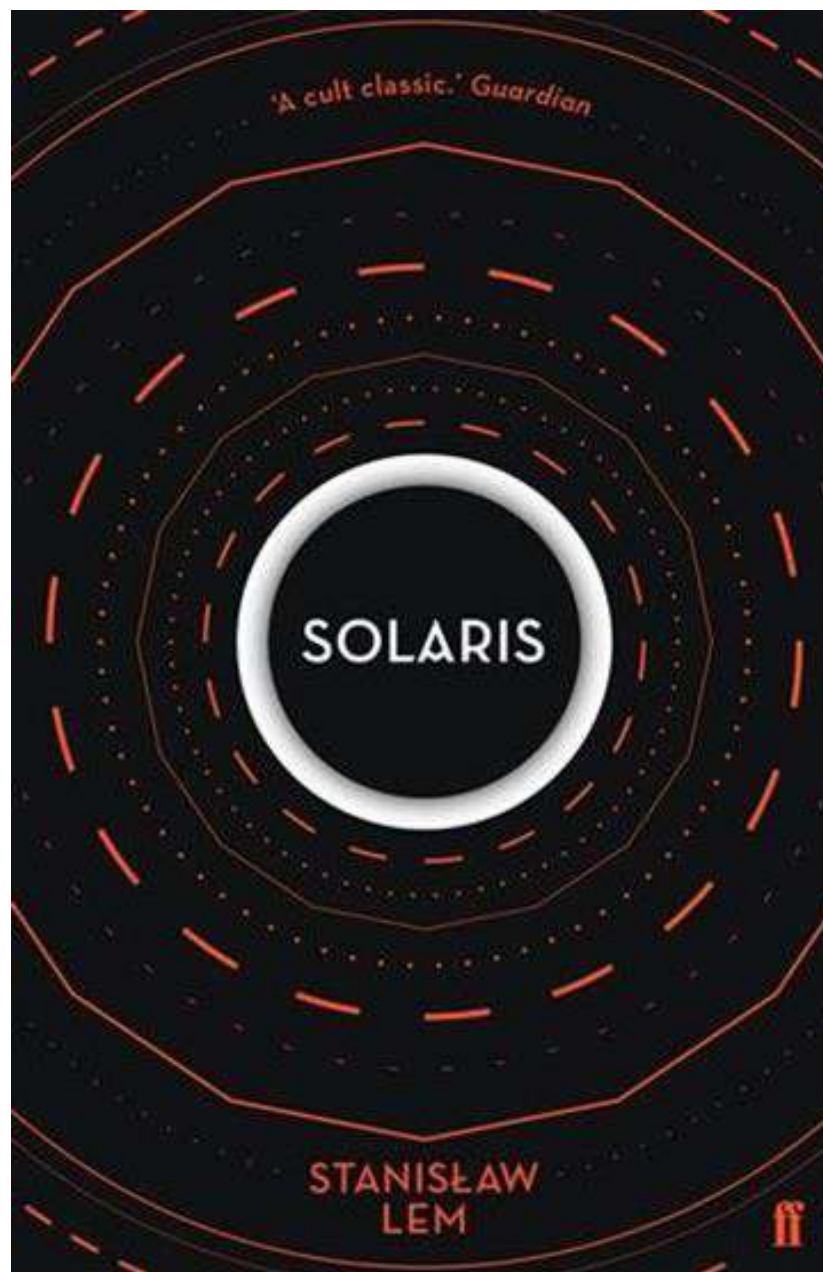


Za razmišljanje...

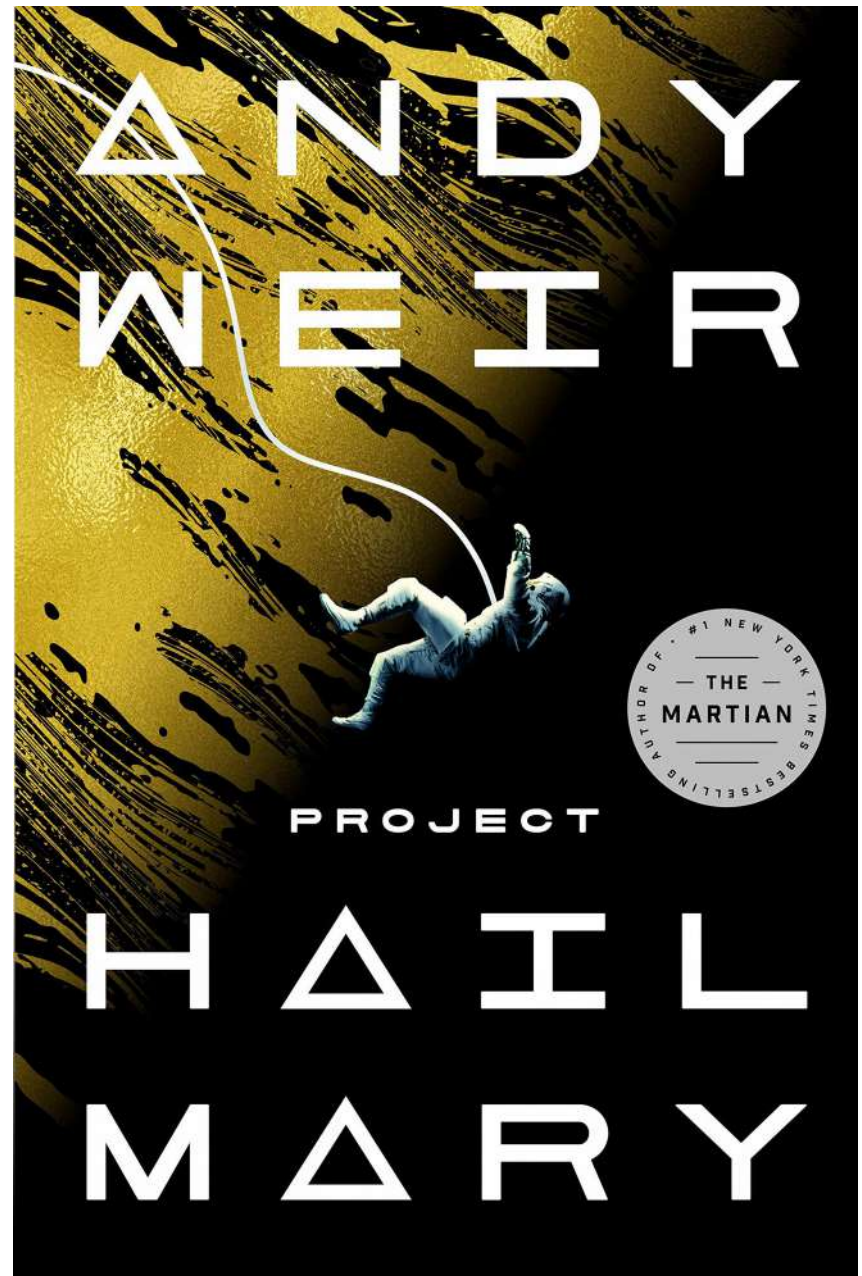




# Za razmišljanje...



Za razmišljanje...



# Za ozbiljno znatiželjne...

<https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ast.2015.1460>

ASTROBIOLOGY  
Volume 16, Number 8, 2016  
Mary Ann Liebert, Inc.  
DOI: 10.1089/ast.2015.1460

**Education Article**

## The Astrobiology Primer v2.0

### Co-Lead Editors

Shawn D. Domagal-Goldman and Katherine E. Wright

### Chapter Editors

Shawn D. Domagal-Goldman (Co-Lead Editor, Co-Editor Chapter 1, and Author)<sup>1,2,\*</sup>

Katherine E. Wright (Co-Lead Editor, Co-Editor Chapter 1, and Author)<sup>3,4,\*</sup>

Katarzyna Adamala (Co-Editor Chapter 3 and Author)<sup>5</sup>

Leigh Arina de la Rubia (Editor Chapter 9 and Author)<sup>6</sup>

Jade Bond (Co-Editor Chapter 3 and Author)<sup>7</sup>

Lewis R. Dartnell (Co-Editor Chapter 7 and Author)<sup>8</sup>

Aaron D. Goldman (Editor Chapter 2 and Author)<sup>9</sup>

Kennda Lynch (Co-Editor Chapter 5 and Author)<sup>10</sup>

Marie-Eve Naud (Co-Editor Chapter 7 and Author)<sup>11</sup>

Ivan G. Paulino-Lima (Editor Chapter 8 and Author)<sup>12,13</sup>

Kelsi Singer (Co-Editor Chapter 5, Editor Chapter 6, and Author)<sup>14</sup>

Marina Walter-Antonio (Editor Chapter 4 and Author)<sup>15</sup>

# Za ozbiljno znatiželjne...

---

## Table of Contents

Chapter 1. Introduction—What Is Astrobiology?	562
Chapter 2. What Is Life?	563
Chapter 3. How Did Earth and Its Biosphere Originate?	565
Chapter 4. How Have Earth and Its Biosphere Evolved?	582
Chapter 5. What Does Life on Earth Tell Us about Habitability?	589
Chapter 6. What Is Known about Potentially Habitable Worlds beyond Earth?	597
Chapter 7. What Are the Signs of Life (Biosignatures) That We Could Use to Look for Life beyond Earth?	613
Chapter 8. What Relevance Does Astrobiology Have to the Future of Life on This Planet?	623
Chapter 9. Resources	626
Acknowledgments	627
References	627
Abbreviations List	653

---

## Chapter 1. Introduction—What Is Astrobiology?

### 1.1. What is astrobiology?

**A**STROBIOLOGY is the science that seeks to understand the story of life in our universe. Astrobiology includes investigation of the conditions that are necessary for life to emerge and flourish, the origin of life, the ways that life has evolved and adapted to the wide range of environmental conditions here on Earth, the search for life beyond Earth, the habitability of extraterrestrial environments, and consideration of the future of life here on Earth and elsewhere. It therefore requires knowledge of physics, chemistry, biology, and many more specialized scientific areas including astronomy, geology, planetary science, microbiology, atmospheric science, and oceanography.

However, astrobiology is more than just a collection of different disciplines. In seeking to understand the full story of

life in the Universe in a holistic way, astrobiology asks questions that transcend all these individual scientific subjects.

Astrobiological research potentially has much broader consequences than simply scientific discovery, as it includes questions that have been of great interest to human beings for millennia (*e.g.*, are we alone?) and raises issues that could affect the way the human race views and conducts itself as a species (*e.g.*, what are our ethical responsibilities to any life discovered beyond Earth?).

### 1.2. Have we already found life beyond Earth?

No. There have been many exciting discoveries that suggest life is possible on other planets and moons, but we have not yet detected any definite signs of life beyond Earth. That does not necessarily mean life exists only on Earth, but