

2024 – 2025
Znanost
EVROPSKA NOČ RAZISKOVALCEV



TRANSFORM 4EUROPE

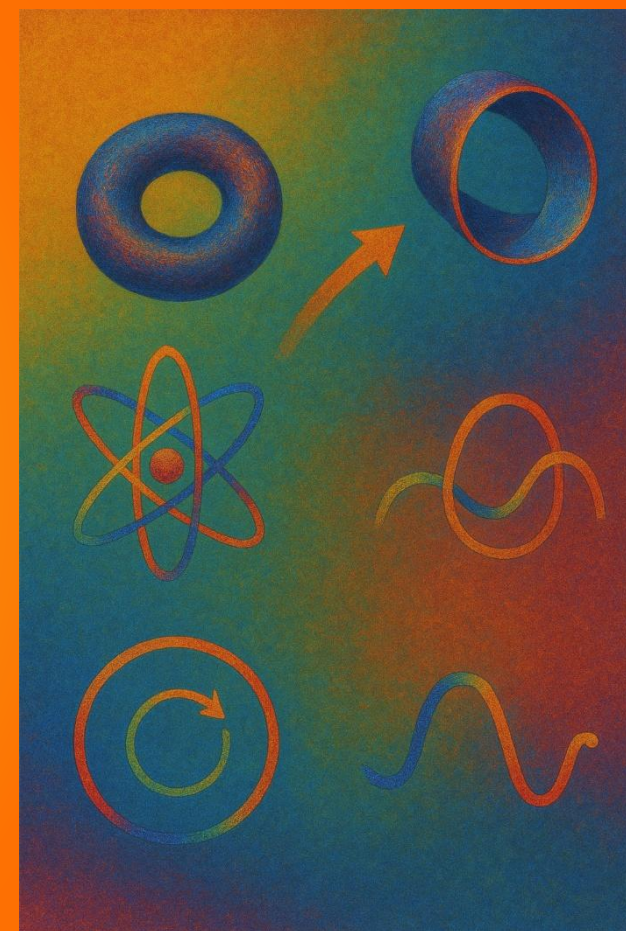
FACTUMEVENT



Topologija za fizike

prof. dr. Robert Repnik
(prof. dr. Samo Kralj)

Prva gimnazija Maribor
23. 4. 2025, 08:40-09:25



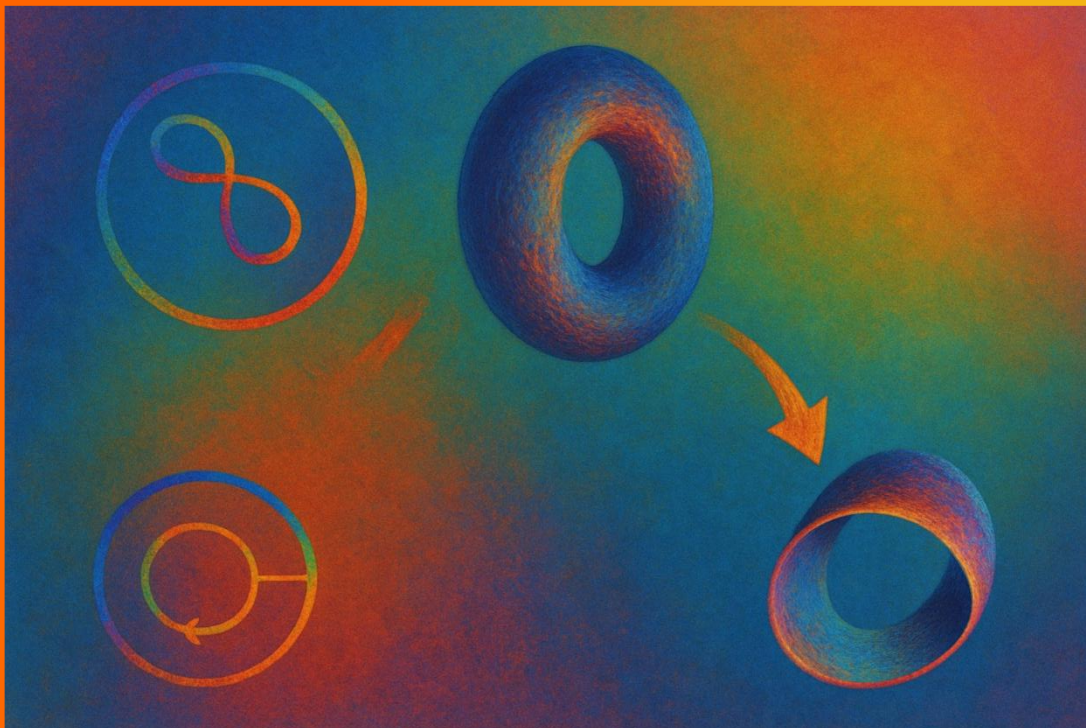
2024 – 2025

oooZnanost!

EVROPSKA NOČ RAZISKOVALCEV



»Financira Evropska unija. Za izražena stališča in mnenja odgovarja samo avtor (ali avtorji) in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Evropske izvajalske agencije za raziskave. Niti Evropska unija niti Evropska izvajalska agencija za raziskave ne moreta biti odgovorna zanje.«



PRAVNO OBVESTILO

Na vseh dogodkih projekta oooZnanost! poteka snemanje in fotografiranje z namenom promocije in poročanja o dogodku. Če vstopite na lokacijo (spletnega) dogodka, boste lahko posneti in fotografirani. Z vstopom na to lokacijo, dajete dovoljenje organizatorjem in Evropski komisiji, da vas lahko snemajo, fotografirajo, zvočno snemajo in uporabijo vaše posnetke po lastni presoji. Obiskovalci zato ne boste uveljavljali nobene odgovornosti proti organizatorjem in Evropski komisiji v zvezi z zgoraj navedenim.

V kolikor se z zgoraj navedenim ne strinjate, vljudno prosimo, da s tem seznanite organizatorje na: ern@um.si. E-sporočilu obvezno priložite visokokakovostni sken fotografije z osebnega dokumenta, da vas lahko organizator izloči iz vseh posnetkov in fotografij skupaj z navedbo, na kateri lokaciji in katerega dne bi lahko bili posneti s strani organizatorjev. Pooblaščen oseba za varstvo podatkov Univerze v Mariboru jeizr. prof. dr. Miha Dvojmoč (dpo@um.si).



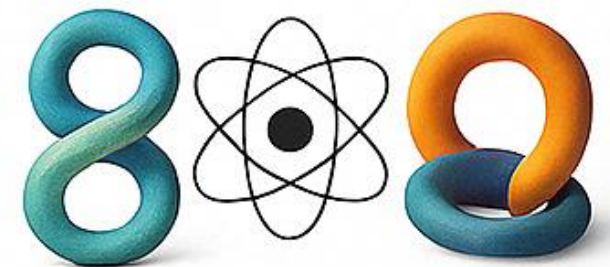
Uvod v topologijo

- Kaj je topologija?
- Fokus: lastnosti, ki se ohranjajo pri zveznih deformacijah

Topološki objekti

- Torus
- Möbiusov trak
- Kleinova steklenica

TOPOLOGIJA V FIZIKI





Topologija v konfiguracijskih prostorih

- Konfiguracijski prostori kot osnovni gradniki dinamike

Primeri iz klasične mehanike

- Konfiguracije nihala, rotacij telesa, kaotični sistemi

KONFIGURACIJSKI PROSTORI



$$\pi = \mathbb{Z}$$



$$\sigma = e^{2\pi h}$$

σ



Topologija v kvantni mehaniki

- Faza valovne funkcije in Berryjeva faza

Enačba: $\gamma = i \oint \langle \psi | \nabla \psi \rangle \cdot dR$

Topološka degeneracija in kvantna statistika

- Degeneracija zaradi topoloških pogojev (npr. na torusu)

KVANTNA MEHANIKA

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = H\psi$$





Topološki izolatorji

- Elektronske lastnosti odvisne od topologije

Enačba: $C = (1/2\pi) \int F_{xy} dx dy$

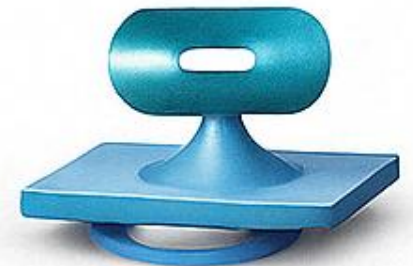
Kvantni Hallov efekt

- Kvantizacija prevodnosti zaradi topologije

Enačba: $\sigma_{xy} = (e^2/h) C$

TOPOLOŠKI IZOLATORJI

$$\sigma_{xy} = e^2$$





Topologija in superprevodnost

- Topološki defekti: kvantni vrtinci, zaščitena stanja

Enačba: $\oint A \cdot dl = n\Phi_0$

Topološki kvantni računalniki

- Kvazidelci z nenavadno statistiko (anyon-i)
- Uporaba topologije za robustnost kvantne informacije

TOPOLOŠKA
SUPERPREVODNOST

$$S_{sc} = k/A$$



Topološki kubit



Topološki solitoni v teoriji polja

- Skyrmioni, hopfioni, monopoli

Enačba: $Q = \int d^3x q(x)$

Homotopija in topološki razredi

- Razvrščanje polj glede na homotopijo

TEORIJA POLJA

$$S_{CS} = \frac{k}{4\pi} \int A$$





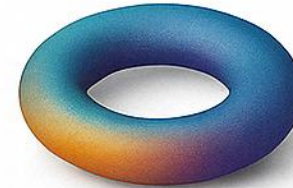
Topologija v kozmologiji

- Topološki defekti v zgodnjem vesolju: strune, domenske stene

Globalna topologija vesolja

- Možne oblike vesolja (npr. torus, hipersfera)

$$\pi - \pi$$



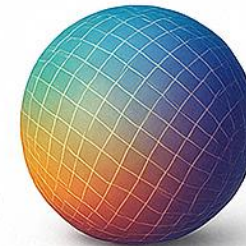
KOZMOLOGIJA

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$



$$\pi - q^6$$

$$\pi - (S^2) = \frac{2}{S^2}$$



$$\pi - \chi_{S^2}$$

$$S / \overline{S^2}$$



SOLITON



Zaključek

- Topologija kot temeljni jezik sodobne fizike
- Če povzamemo...

HVALA ZA VAŠO POZORNOST.

