

Sinhronicitet u matematičkim i fizičkim otkrićima: slučajnost ili smisao?

Tristan Hübsch

*Departments of Physics & Astronomy and Mathematics
Howard University, Washington DC*

*Department of Physics
University of Central Florida, Orlando FL*

*Department of Physics, Faculty of Natural Sciences
Novi Sad University, Serbia*

Sinhronicitet Matematike i Fizike?

Diferencijalni račun

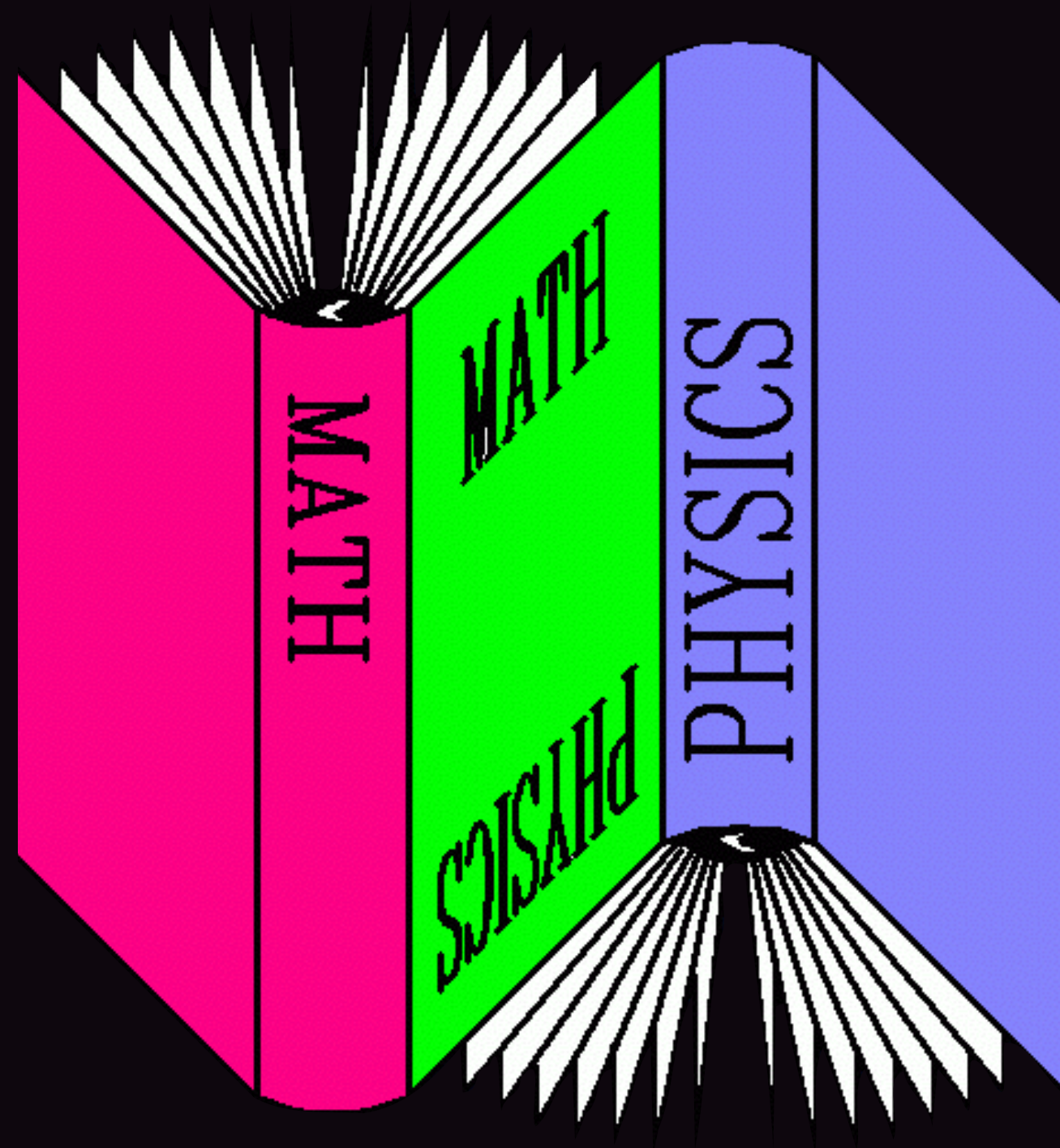
Dinamička geometrija

Svet sazdan od stringova

...i matematička
iznenađenja

*"Nije važno kako se zove,
nego da li ima sadržaja."*

S-T. Yau/TH



Diferencijalni račun

Rivali 1666-...



- Leibniz: infinitezimalne veličine
 - (Koreni: možda čak Arhimed-ove „nedeljive“ u metodi iscrpljivanja)
 - Količnik (odnos) infinitezimalnih veličina
 - Suma beskonačno mnogo infinitezimalnih veličina
 - Moderna verzija u „nestandardnoj analizi“ (A. Robinson, 1960)
- Newton: fluksioni i fluenti
 - Granične vrednosti količnika beskonačno malih veličina
 - Metode „prvih i poslednjih količnika“ / „količnika nedeljivih“
 - „Beskonačno malo prvog ili višeg reda“
 - L'Hospital-ova karakterizacija (da Newton i Leibniz pišu o istom)
 - Konkretna primene u fizici (brzina, ubrzanje, ...)
- Danas (više od tri veka kasnije)...
 - Notacija slična Leibniz-ovoj, pa i $\frac{dx}{dy} \frac{dy}{dz} = \frac{dx}{dz}$
 - Newton-ovo $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$

Dinamična geometrija

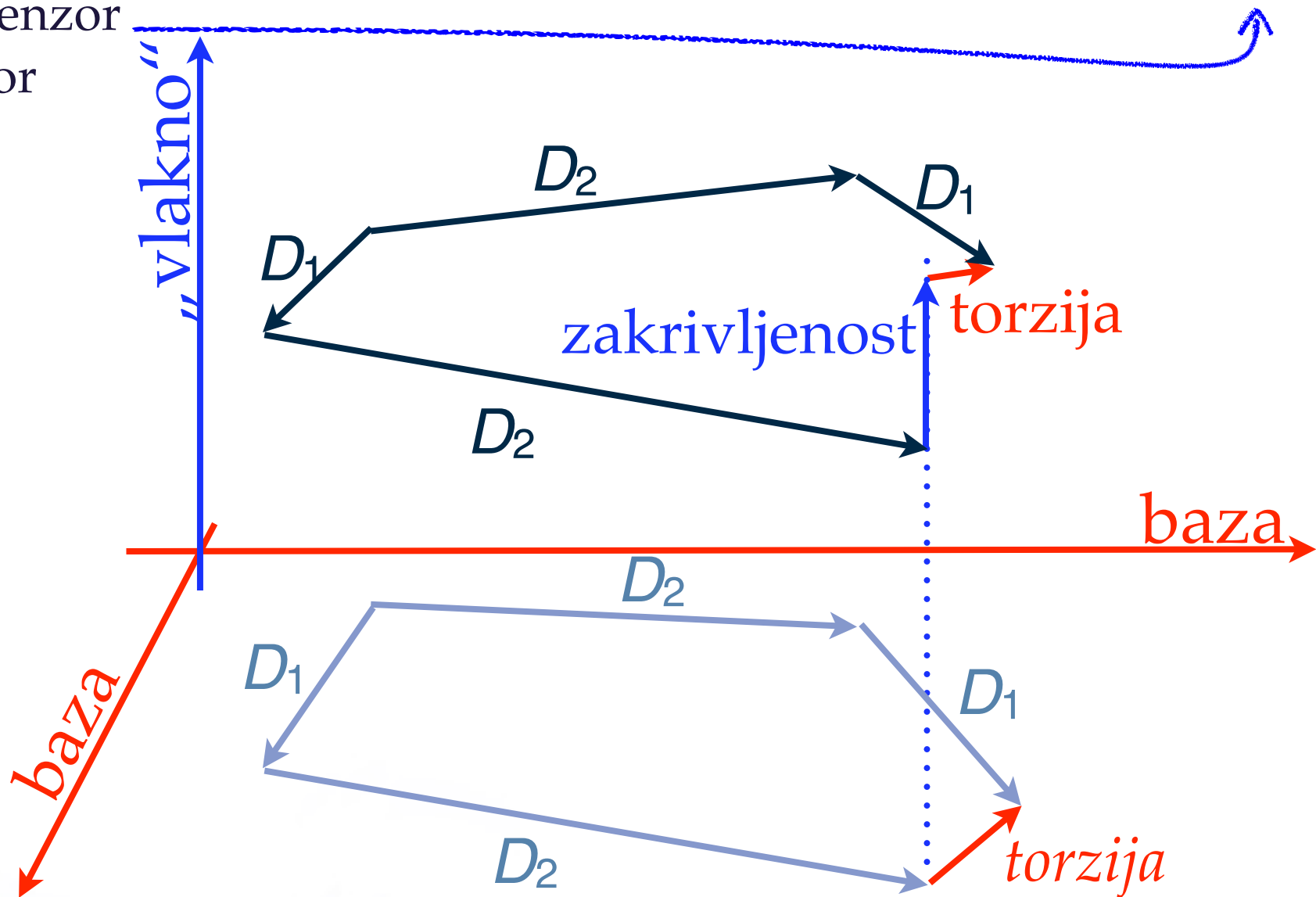
Dualno rivalstvo, 1915

Ne-euklidska geometrija

Zakrivljenost:

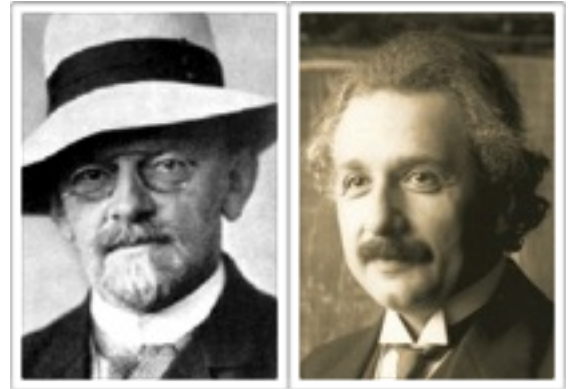
- Riemann-ov tenzor
- Ricci-jev tenzor
- Skalarna

$$[D_1, D_2] = (\text{torzija}) \cdot D + (\text{zakrivljenost})$$



Dinamična geometrija

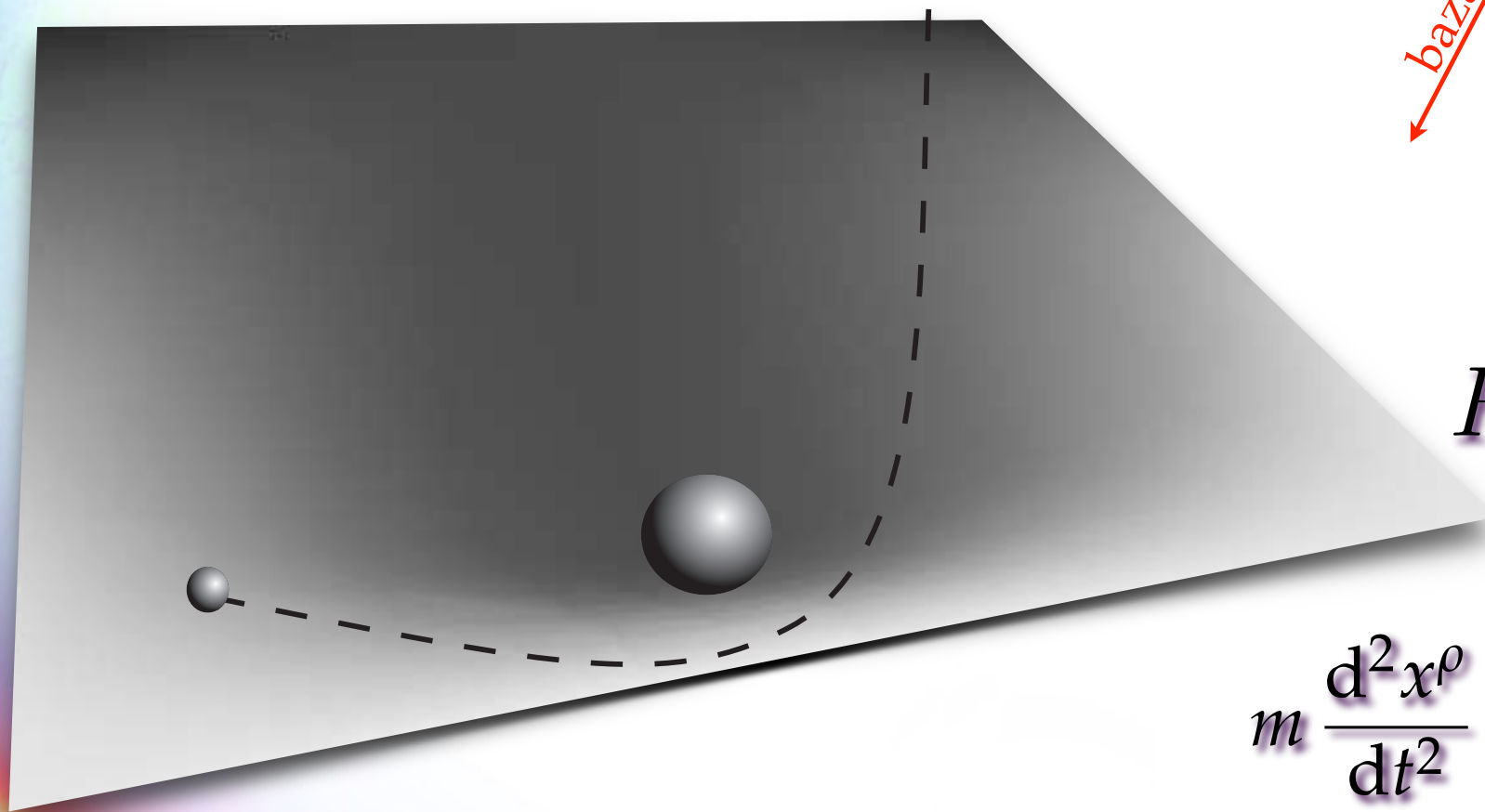
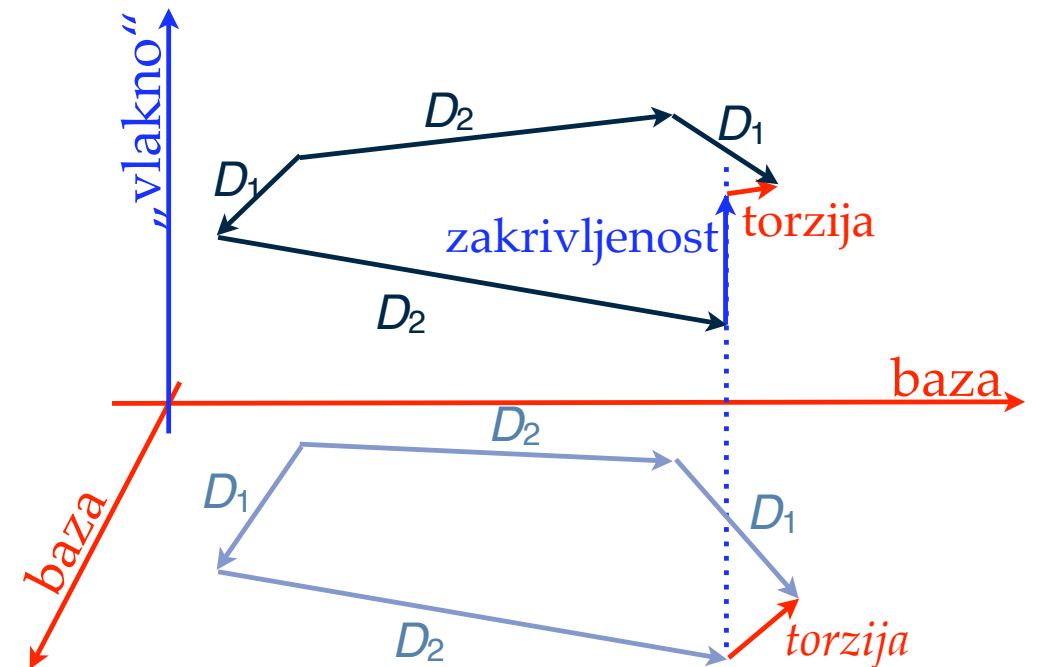
Dualno rivalstvo, 1915



Ne-euklidska geometrija

Zakrivljenost:

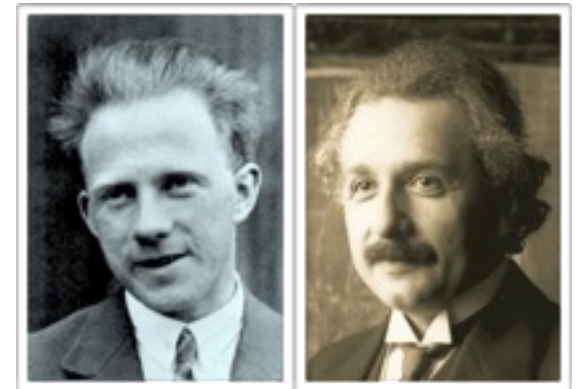
- Riemann-ov tenzor $R_{\mu\nu\rho}{}^{\sigma}$
- Ricci-jev tenzor $R_{\mu\nu}$
- Skalarna R



$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = T_{\mu\nu}$$

$$m \frac{d^2 x^\rho}{dt^2} = F_{\text{grav}}^\rho := -m \Gamma_{\mu\nu}^\rho \frac{dx^\mu}{dt} \frac{dx^\nu}{dt},$$

Paradoks fizike XX v.



Zašto stringovi?

- Priroda ima gravitaciju ←
 - Prisustvo materije zakrivljuje prostor-vreme
 - Zakrivljenost *gde* je čestica *kako brzo* se kreće
- Priroda je kvantna ←
 - Ne može se odrediti beskonačno precizno *gde* je i *kako brzo* se čestica kreće
- Priroda $\neq$ hiroviti kolaž nasumice odabranih zakrpa
- Najzreliji kandidat za fuziju kvantnosti i gravitacije: stringovi
 - String je „rasplinutiji“ od (materijalne) tačke
 - Izuzetno bogatstvo simetrija ...i zakona očuvanja (E. Noether)
 - Zahteva 1+9 dimenzija prostor-vremena
 - Vakum (bez materije): $R_{\mu\nu} = 0$
 - Velika klasa: $X^{1,9} \rightarrow X^{1,3} \times Y^6$ (kompaktifikacija ili defekt)

Ova dva principa
moraju
da se uklope



Svet sazdan od stringova

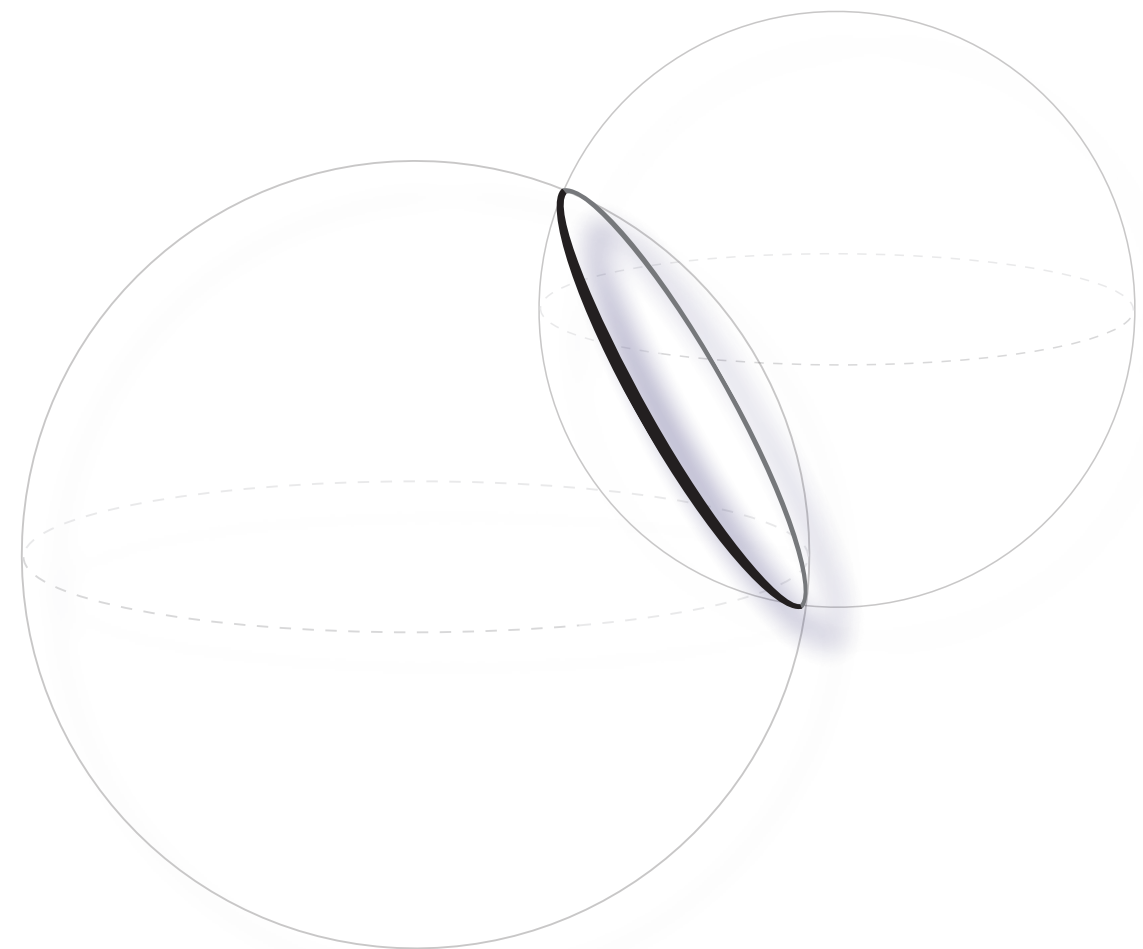
Konstrukcije

- Kompletni preseki

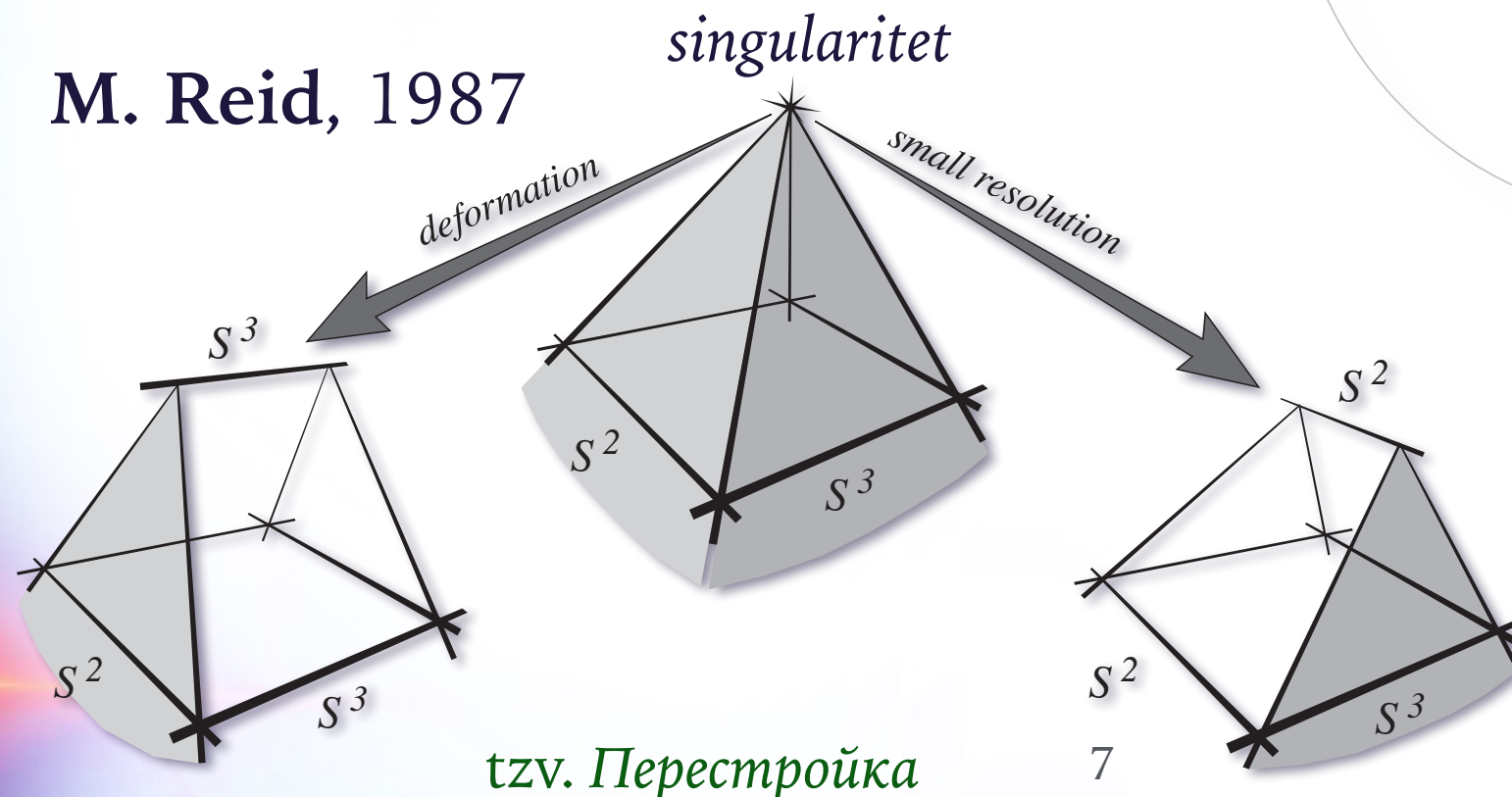
- Npr.: $(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2 = R_1^2$
 $(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2 = R_2^2$

- Rešenja sistema (homogenih) algebarskih jednačina

- Glatke mnogostrukosti ali i singularni prostori



M. Reid, 1987



P. Green & TH, 1988

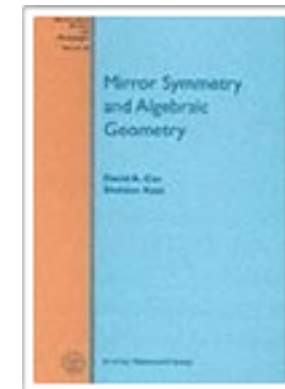
- 8k primera

M. Kreuzer & H. Skarke, 2002

- 500M primera

...i iznenađenja

“Mirror Symmetry”



- **B. Greene & R. Plesser**, 1990
 - Calabi-Yau 3D prostori se pojavljuju u parovima, M & W
 - tako da prstenovi $(H^*(M, T), \wedge) = (H^*(W, T^*), \wedge)$
 - M = hiperpovrš u $\mathbb{CP}^5$, $W = M/\Gamma_W$, a Γ_W je konačna grupa simetrija W
- 1991, MSRI Workshop
 - **Candelas, de la Ossa, Green & Park**: enumeracija uronjenih sfera datog stepena ($d = \int_{S^2} \omega$) razvojem funkcije generatriše
- **V. Batyrev**, 1993: polarni ($\sim$ dualni) 4D politopi
- **P. Berglund & TH**, 1993: 16 klasa hiperpovrši
- Pretpostavka: ovo „ogledalsko svojstvo“ je univerzalno za sve **Calabi-Yau** 3D prostore
 - ...a i za ostale varietete **...a šta to znači?!**

Matemafizika

„O nerazumljivoj efektivnosti
matematike u prirodnim naukama“
E. Wigner

Rečnik

FiziGovor

Uvod-bla-bla
Računanje
bla-bla-bla
Računanje
bla-bla-bla
Rezultat

IstinGovor

...ako ima
sadržaja,
to jes'

MateGovor

Pretpostavke
Tvrdnja
Dokaz
Plus Leme,
Postavke
& Korolari

S.T.Yau/TH

Hvala na pažnji

<http://physics1.howard.edu/~thubsch/>