

Vano Zurabashvili
Master student in physics
TSU 2020/06/08

Black hole & Wormhole



***შავი ხვრელების არსებობა პირველად
1796 წელს, იწინასწარმეტყველა ფრანგმა
მეცნიერმა პიერ ლაპლასმა

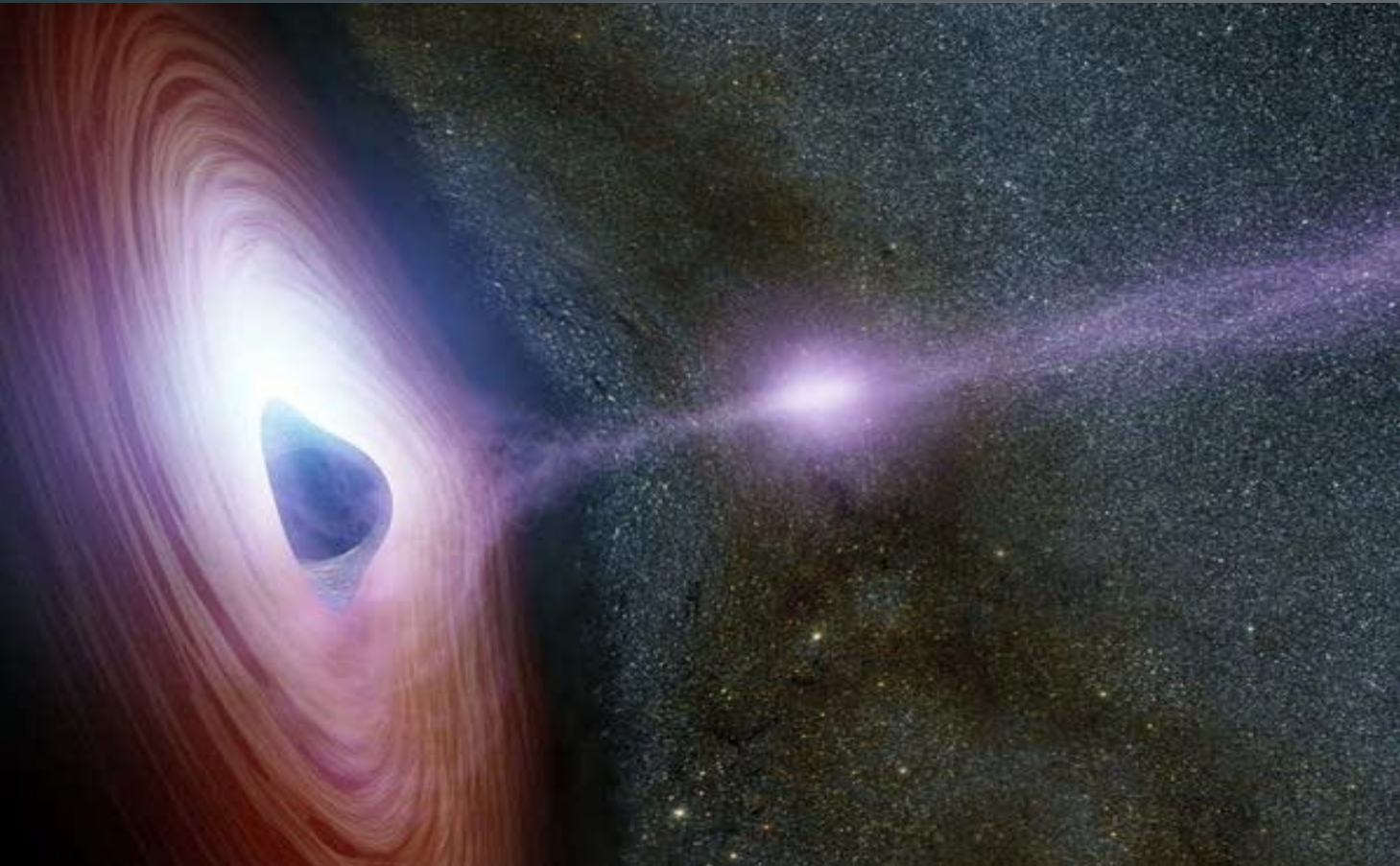


პიერ სიმონ ლაპლასი (1749-1827)

კარლ შვარცშილდი(1873–1916))

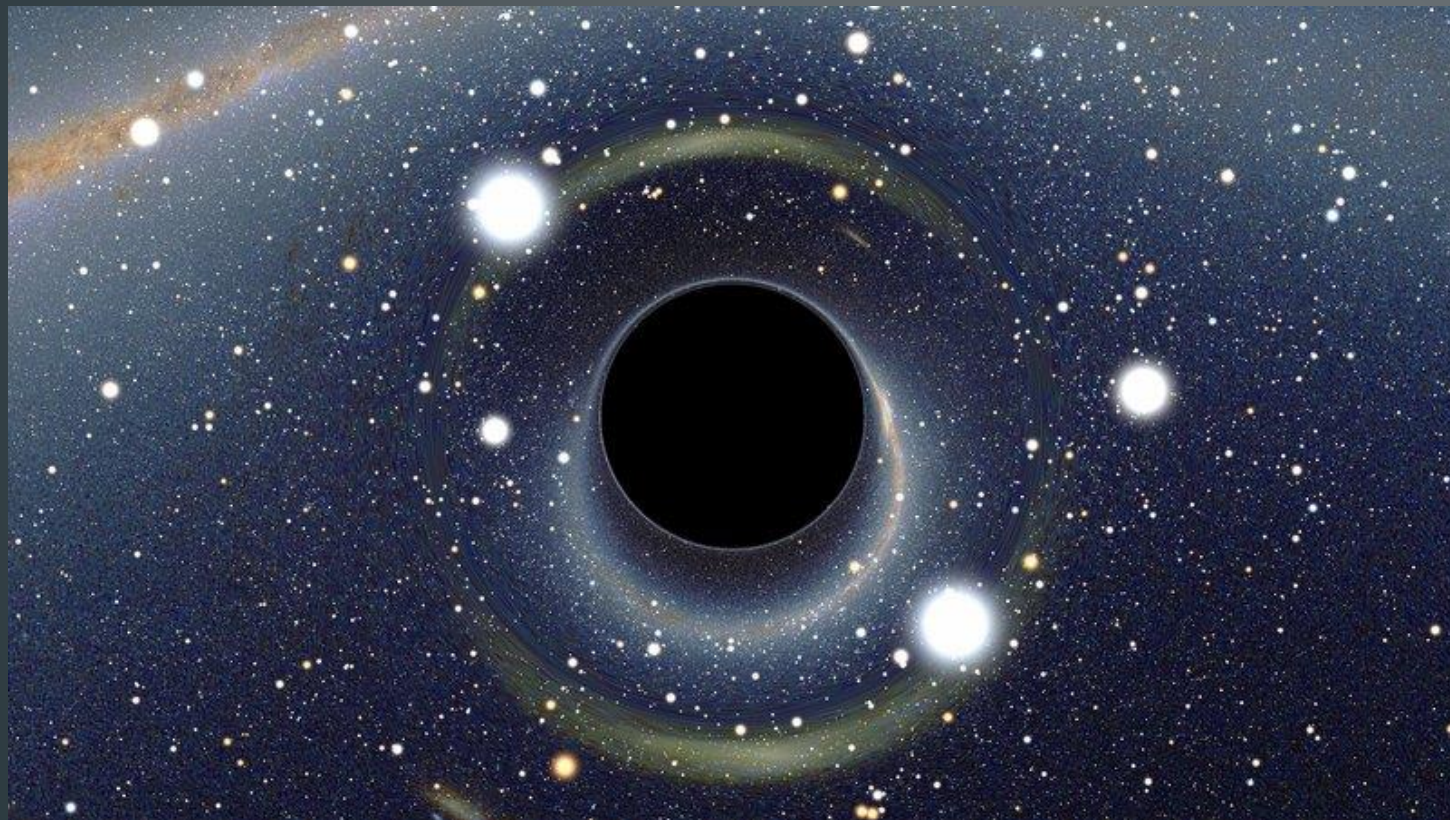


როგორ ჩნდება შავი ხვრელი?



ჩვეულებრივ შავი ხვრელები
ზეახალი ვარსკვლავის
აფეთქებისას იბადება.
ვარსკვლავის არსებობის
განმავლობაში მასში
მიმდინარეობს თერმობირთვული
რეაქციები. მის
მიმდინარეობასთან ერთად
მცირდება მასში მონაწილე
ნივთიერებები.

ნებისმიერი ობიექტი შეიძლება გახდეს შავი ხვრელი?!



მაგალითად ნებისმიერი ობიექტი შეიძლება ავიღო და თუ საკმარისად შევკუმშავ, ვკუმშავ ამ ობიექტს, ბოლობოლო გადავაქცევ შავ ხვრელად. მას გააჩნია მახასიათებელი რომელსაც ეწოდება გრავიტაციული რადიუსი ე.წ შვარცშილდის რადიუსი და ეს რადიუსი მხოლოდ ობიექტის მასაზეა დამოკიდებული.

რადიუსი მხოლოდ ობიექტის მასაზეა დამოკიდებული.



Schwarzschild's Solution to Einstein's Equations

Time Dilation

Radial Length Contraction

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{R_s}{r}\right) c^2 dt^2 + \frac{1}{\left(1 - \frac{R_s}{r}\right)} dr^2 + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2)$$

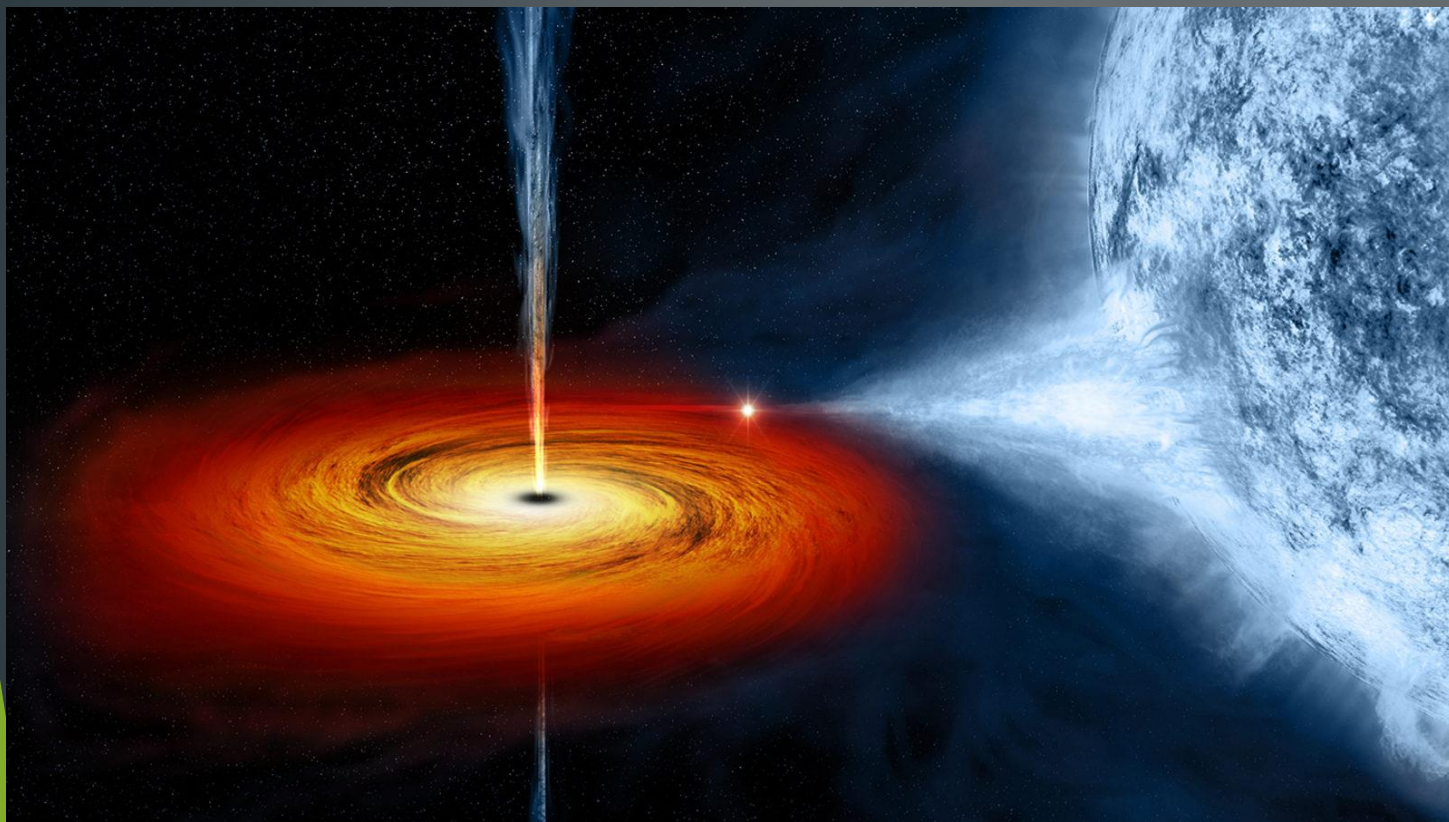
Invariant Line Element

Schwarzschild Radius

$$R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

შვარდშილდის ამონახსნი ეინშტეინის განტოლებისთვის

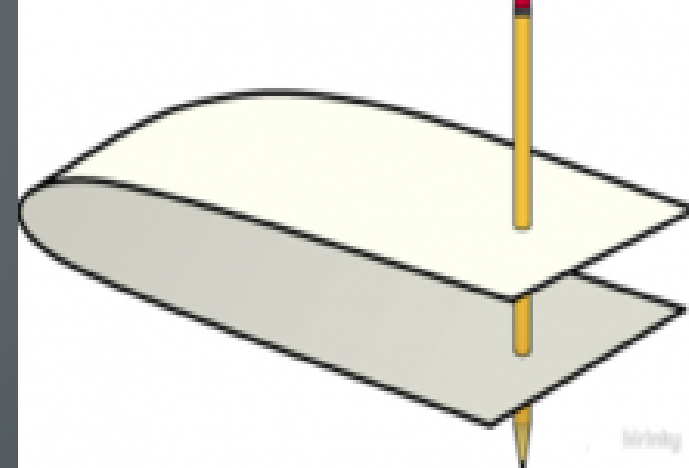
რა თვისება აქვს შავ ხვრელებს???



უშვებენ. კვანტური მექანიკის
თვალსაზრისით ვაკუუმში
მუდმივად ჩნდებიან და
ანიჰილირებენ ვირტუალური
ნაწილაკები
და ანტინაწილაკები. ზოგიერთ
შემთხვევაში, ხვრელის
გრავიტაციის ზემოქმედებით

რატომაა შავი ხვრელი პარადოქსული?

- ▶ იმიტომ რომ განსხვავება არ არსებობს, სულ ერთია რისგან გავაკეთებთ მას, გამოსხივება არის იდენტურად თერმული. ეს იყო ჰოკინგის შედეგი. შესაბამისად ჰოკინგმა გამოაცხადა რომ შავ ხვრელებს გააჩნიათ ინფორმაციის პარადოქსი. ანუ ეს ინფორმაცია გაქრა უკვალოდ რაც კვანტური მექანიკის პრინციპებს ეწინააღმდეგება
- ▶ უამრავი აზრი იბადება ამ ობიექტების გარშემო, ჩნდება თეზისები რომ შავი ხვრელები ერთგვარი პორტალებია სხვა სამყაროში გამავალი, ანდაც გვირაბი სივრცეში (Wormhole, ე.წ. ჭიახვრელი) ან სულაც მათში იბადება ახალი სამყაროები...



საინტერესოა აგრეთვე
ჰიპოტეტური
დამკვირვებლების ელისის
და ბოზის მაგალითიც
რომელთა სცენარებსაც
ათასგვარად ატრიალებენ
ფიზიკოსები.



$$ds^2 = -c^2 dt^2 + d\ell^2 + (k^2 + \ell^2)(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2),$$

first presented by Ellis (see [Ellis wormhole](#)) as a special case of the [Ellis drainhole](#).

One type of non-traversable wormhole [metric](#) is the [Schwarzschild solution](#)

$$ds^2 = -c^2 \left(1 - \frac{2GM}{rc^2}\right) dt^2 + \frac{dr^2}{1 - \frac{2GM}{rc^2}} + r^2(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2).$$

The original Einstein–Rosen bridge was described in an article published in July 1935.

For the Schwarzschild spherically symmetric static solution

$$ds^2 = -\frac{1}{1 - \frac{2m}{r}} dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2) + \left(1 - \frac{2m}{r}\right) dt^2,$$

where ds is the proper time and $c = 1$.

ჭიის მეტრიკის თეორიები აღწერს ჭიის ხვრელის
სივრცულ გეომეტრიას და ემსახურებიან დროში
მოგზაურობის თეორიულ მოდელებს.

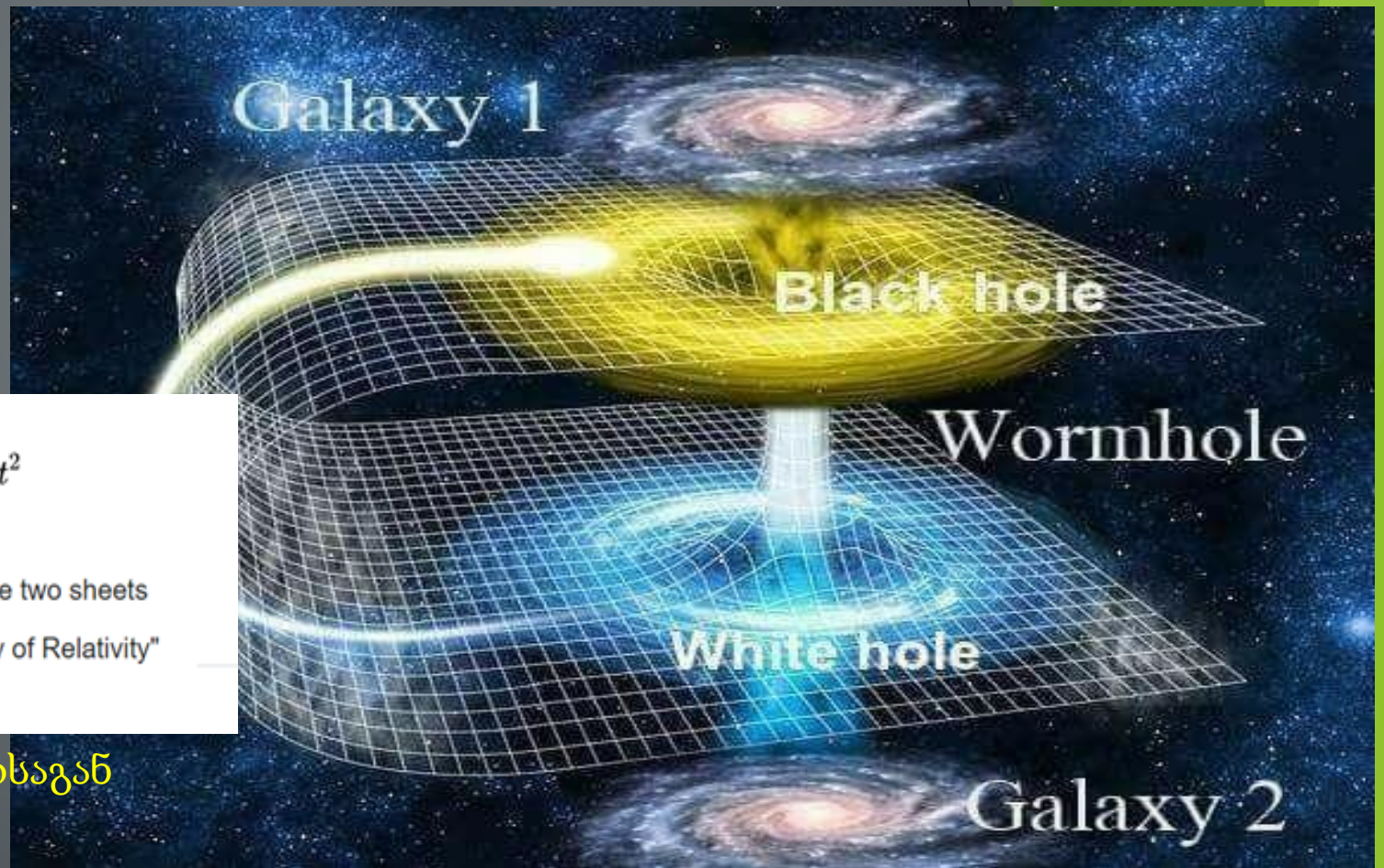
Theories of *wormhole metrics* describe the spacetime geometry of a wormhole and serve as theoretical models for time travel.

$$ds^2 = -du^2 - \left(u^2 + \frac{\varepsilon^2}{2}\right) (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2) + \left(\frac{2u^2}{2u^2 + \varepsilon^2}\right) dt^2$$

The solution is free from singularities for all finite points in the space of the two sheets

— A. Einstein, N. Rosen, "The Particle Problem in the General Theory of Relativity"

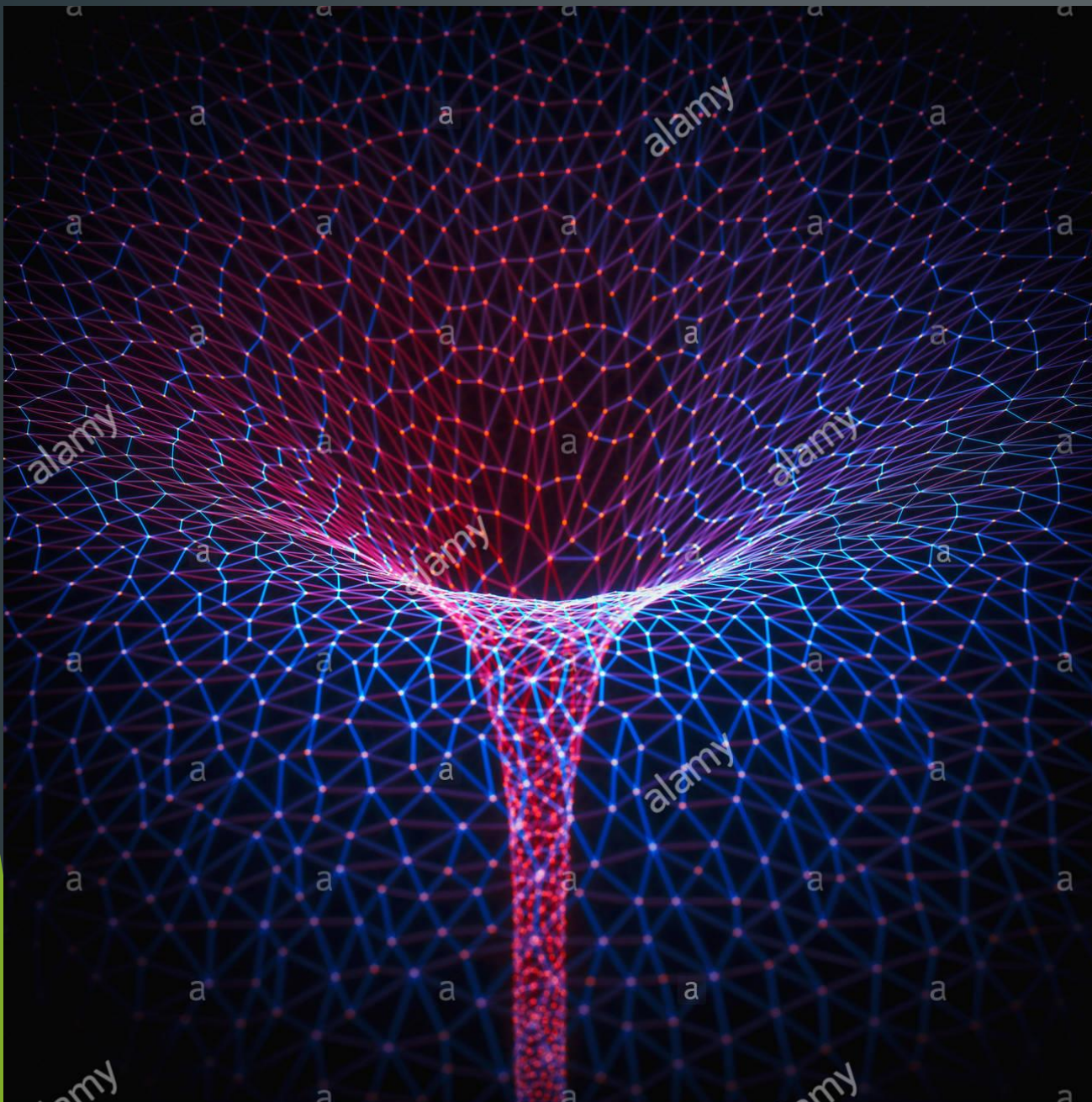
გამოსავალი თავისუფალია სინგულარობისგან



White bang in 2006



საინტერესოა რწეილის და ჭიანჭველას აღქმა 2D და 3D ს
მაგალითზე



თეთრი ხვრელის
მომენტალური დაშლის
მექანიზმი სამყაროს
შემქმნელი დიდი
აფეთქების მსგავსია,
ოღონდ გაცილებით მცირე
მასშტაბებში. კვლევის
ავტორებმა ამ აფეთქებას
პატარა აფეთქება
შეარქვეს (Small Bang).

გმადლობთ ყურედლებისთვის ! 😊