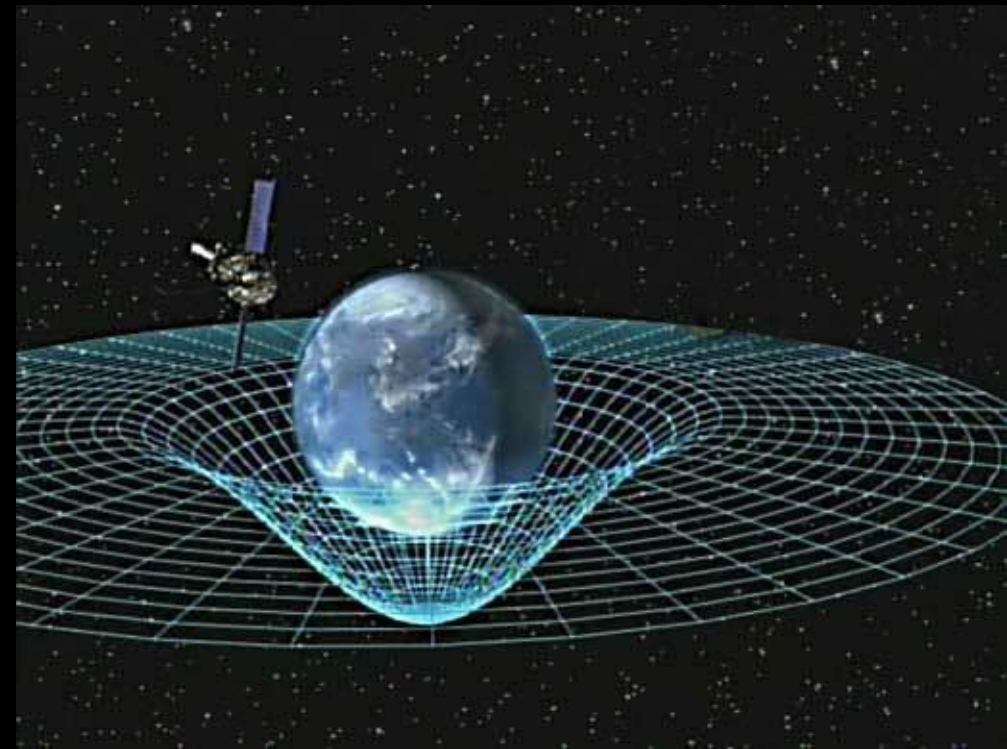
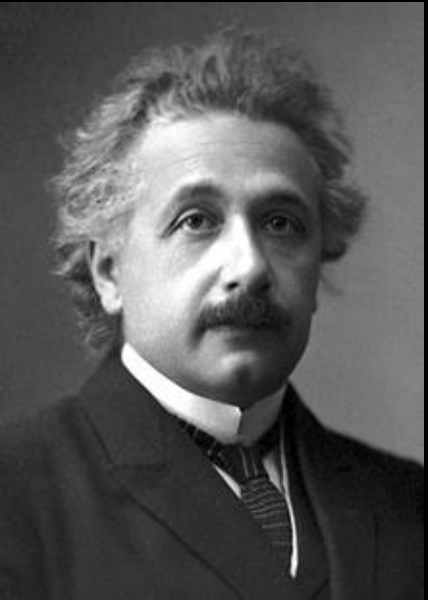




# გრავიტაციული ტაღღეები

# გრაวิตაცია

აინშტაინის ფარდობითობის ზოგადი თეორიის  
მიხედვით მასიური სხეულები თავიანთი თავის  
გარშემო იწვევენ სივრცე-დროის გამრუდებას





# LIGO-ს გრავიტაციული ობსერვატორია

ლიგოს ობსერვატორია აღჭურვილია უახლესი და ძალზედ დახვეწილი ტექნოლოგიით. მისი დახმარებით ხდება გრავიტაციული ტალღების აღმოჩენა.



სურ. ლიგოს გრავიტაციული ინტერფერომეტრი ლივინგსტონში



სურ. ლიგოს გრავიტაციული ინტერფერომეტრი ჰანფორდში

# თეორია გრავიტაციული ტალღების შესახებ

გრავიტაციული ტალღა გამოსხივდება  
მაშინ, როდესაც მასა მოძრაობს  
აჩქარებით.

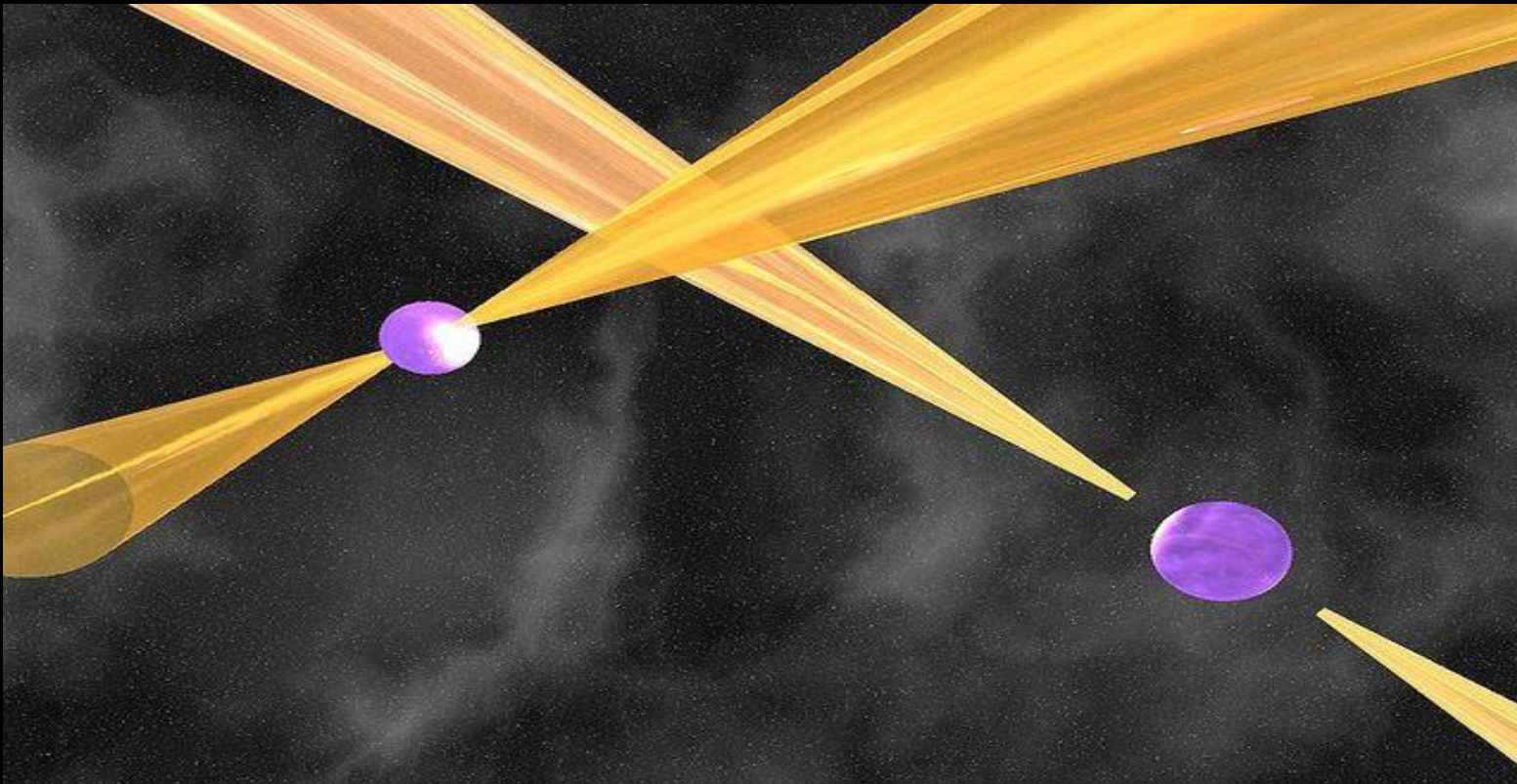
მძლავრი გრავიტაციული  
ტალღის გენერირება შეიძლება  
სამყაროში ყველაზე  
მაღალენერგეტიკული  
პროცესებისას.





# გრავიტაციული ტალღების არსებობის პირველი მინიშნებები

- 1974 წელს აღმოჩენილ იქნა პულსარების ბინარული სისტემა, რომლებიც ზუსტად ისე მოძრაობდნენ როგორც ამას ფარდობითობის ზოგადი თეორია წინასწარმეტყველებდა.



# LIGO

- 1974 წლის შემდეგ ბევრი მსგავსი სისტემა აღმოაჩინეს, თუმცა გრავიტაციული ტალღების არსებობა მხოლოდ LIGO-ს საშუალებით მოხერხდა.



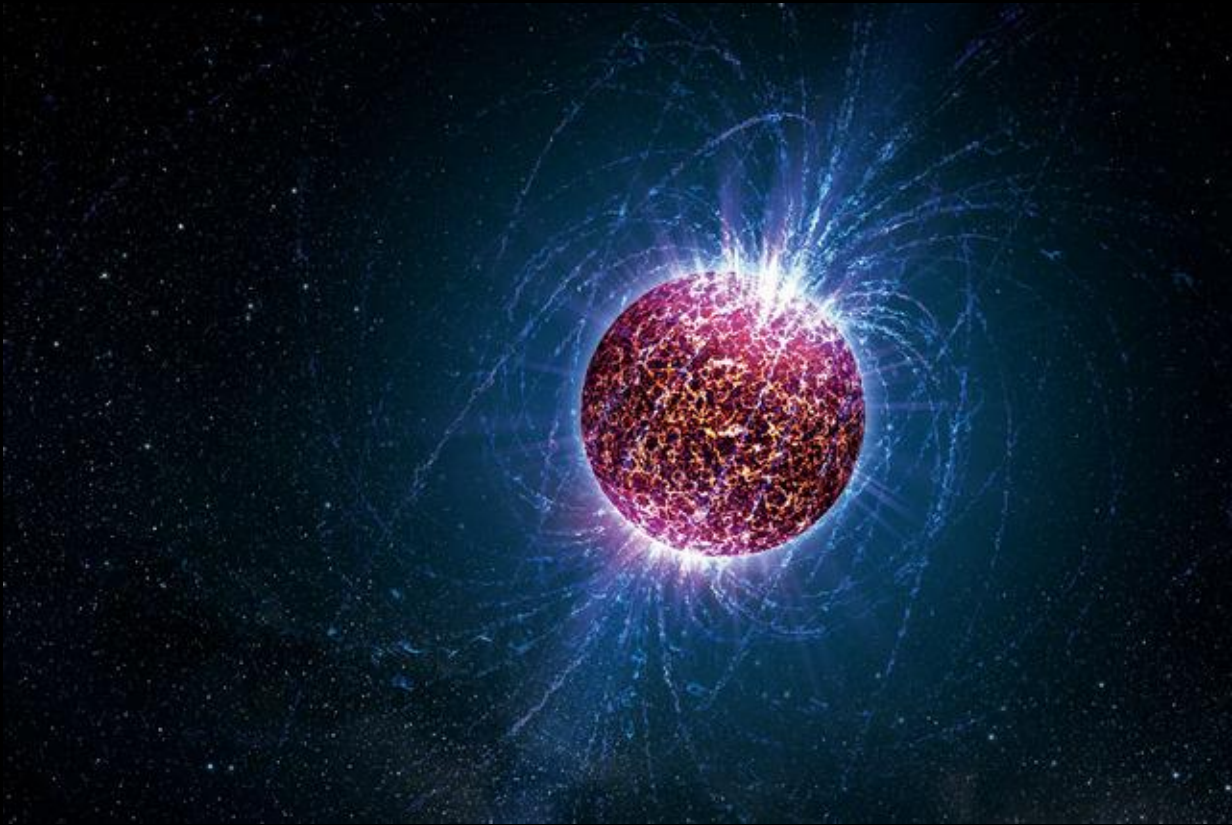
# გრაფიტაციული ტალღების ტიპები და წყაროები

გრაფიტაციულ ტალღებს განასხვავებენ ერთმანეთისგან მათი წყაროების მიხედვით:

- უწყვეტი
- კომპაქტური ბინარული სისტემის მიერ გამოსხივებული
- სტოხასტური
- მოულოდნელი



# უწყვეტი გრავიტაციული ტალღები



უწყვეტი გრავიტაციულ  
ტალღებს წარმოქმნიან  
მასიური ობიექტები,  
რომლებიც თავიანთი ღერძის  
გარშემო მოძრაობენ



# კომპაქტური ბინარული სისტემიდან გამოსხივებული გრავიტაციული ტალღები

ასეთი გრავიტაციული ტალღები წარმოიქმნებიან ბინარული სისტემის შერწყმისას.

შერწყმის დროს ამ სისტემის მიერ გამოთავისუფლებული ენერგია მთელ ხილულ სამყაროში ობიექტების მიერ გამოთავისუფლებული ენერგიების ჯამზე 50ჯერ მეტია...

სწორედ ასეთი გრავიტაციული ტალღები დააფიქსირა LIGO-მ 2015 წლის 14 სექტემბერს.

# სტოხასტური გრავიტაციული ტალღები

სამყაროში ცოტაა ისეთი მოვლენა, რომლის შედეგადაც შეგვიძლია დავაფიქსიროთ გრავიტაციული ტალღები, თუმცა ისინი მაინც არსებობენ მიუხედავად იმისაა ჩვენ მათ შევამჩნივთ თუ ვერა, ასეთი გრავიტაციული ტალღების მიქსტურას ეწოდება სტოხასტური გრავიტაციული ტალღები.



# მოულოდნელი გრავიტაციული ტალღები

- სახელიდან გამომდინარე ადვილად დავასკვნით ასეთი გრავიტაციული ტალღების აღმოჩენა წარმოადგენს ყველაზე დიდ სირთულეს, რადგან ჩვენ არვიცით ისინი ბუნებაში არსებობენ თუარა. თუმცა არ არის გამორიცხული რომ სამყაროში არსებობდეს მაღალენერგეტიკული პროცესები, რომლის ფიზიკაც ჯერ არ გვესმის.

# გრავიტაციული ტალღების გამოყენება

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

სურ. მაქსველის  
განტოლებები

ელექტრომაგნიტური ტალღების აღმოჩენა  
თეორიის წინასწარმეტყველებიდან 20  
წელიწადში მოხდა, თუმცა არავის ეგონა რომ  
მომავალში ის ადამიანის ცხოვრების  
განუყოფელი ნაწილი იქნებოდა.

რაც შეეხებათ გრავიტაციულ ტალღებს, მისი  
არსებობის ექსპერიმენტულად დამტკიცება  
მოხერხდა თეორიის დაწერიდან 1 საუკუნეში  
და სავარაუდოდ შორეულ მომავალში ისიც  
ადამიანის ცხოვრების ნაწილად იქცევა.