

თეთრი ხვრელები

თეთრი ხვრელი არის ჰიპოთეტური ობიექტები. იგი არის შებრუნებული შავი ხვრელი, კერძოდ, მასში ვერაფერი აღწევს. თეთრი და შავი ხვრელების არსებობა გამომდინარეობს აინშტაინის განტოლებებიდან, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს სკალარულ გამრუდებას - , კოსმოლოგიურ კონსტანტას- R გრავიტაციულ მუდმივას- G , λ გამრუდების ტენზორს- $R_{\mu,\nu}$ და “stress” ტენზორს- $T_{\mu,\nu}$:

$$(1) \quad R_{\mu,\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu,\nu} + \lambda g_{\mu,\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu,\nu}$$

იმ დროისათვის, როდესაც აინშტაინმა ეს განტოლება დაწერა მიღებული იყო რომ სამყარო არ ფართობდებოდა და ეს λ სწორედ ამიტომ იყო შემოღებული.

შვარშილდის ამონახსნი არის ამ (1) განტოლების ამონახსნი. იგი გვიჩვენებს გრავიტაციულ ველს რაიმე სფერული მასია ობიექტის გარეთ, იმ დაშვებით, რომ ამ სხეულს არ გააჩნია მუხტი, კოსმოლოგიური კონსტანტა არის 0 და კუთხური მომენტიც ასევე=0. ანუ ეს ამონახსნი ხელსაყრელია ნელა მბრუნავი ასტრონომიული ობიექტებისათვის. ეს ამონახსნი Karl Schwarzschild-მა შემოიტანა 1916 წელს (https://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Schwarzschild)

შვარშილდის მეტრიკას აქვს შემდეგი სახე:

$$d\tau^2 = \left(1 \pm \frac{r_s}{r}\right) dt^2 - \left(1 \pm \frac{r_s}{r}\right)^{-1} dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2)$$

აქ ‘+’

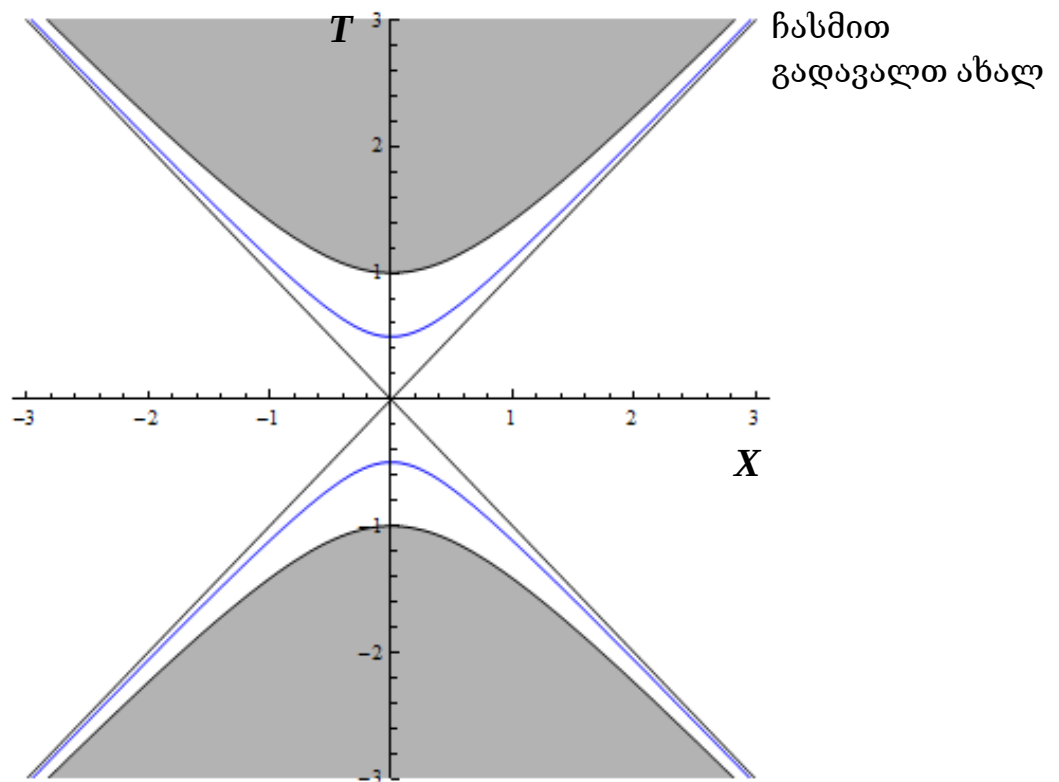
ნიშანი თეთრი ხვრელის ამონახსნია ხოლო ‘-’ შავი ხვრელის. ამ მეტრიკას აქვს სინგულარობები $r = 0$ და $r = r_s$ -ში. მე-2 სინგულარობა ყოფს ამოხსნას 2 ნაწილად ერთია $r > r_s$ და $r < r_s$ თან ეს სინგულარობა კოორდინატულია რაც ნიშნავს, სხვა კოორდინატებზე გადასვლით იგი ქრება. გადადიან Kruskal-Szekeres-ის კოორდინატებზე, რომელთაც აქვთ შემდეგი სახე.

როცა $r > 2GM$

$$T = \left(\frac{r}{2GM} - 1\right)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{r}{4GM}} \operatorname{sh}\left(\frac{t}{2GM}\right) \quad X = \left(\frac{r}{2GM} - 1\right)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{r}{4GM}} \operatorname{ch}\left(\frac{t}{2GM}\right)$$

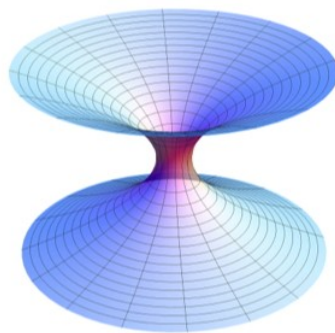
$$T = \left(1 - \frac{r}{2GM}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{r}{4GM}} \operatorname{sh}\left(\frac{t}{2GM}\right) \quad X = \left(1 - \frac{r}{2GM}\right)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{r}{4GM}} \operatorname{sh}\left(\frac{t}{2GM}\right)$$

როცა $r < 2GM$



კოორდინატებზე და ერთი სინგულარობა მოგვესპობა.

შეგვიძლია ავაგოთ $T0X$ გრაფიკი, რომელსაც ექნება შემდეგი სახე.



შავი ხვრელი წარსულში წარმოადგენს თეთრ ხვრელს

თეთრი ხვრელები მათემატიკური ობიექტებია, რომლებიც დამზერილი არ არის. არსებობ მოსაზრება, რომ შავ ხვრელში შესვლისას სხეული თეთრ ხვრელში გადადის და გამოიტყორცნება