

به نام خدا

حدس سانسور کیهانی در سیاهچاله LTB

جواد تقی زاده فیروزجایی (دانشگاه خواجه نصیر، پژوهشگاه دانشهای بنیادی، فیزیک)

فهرست

تعریف سیاهچاله

انواع افق

حدس سانسور کیهانی

سیاهچاله دینامیکی غبار

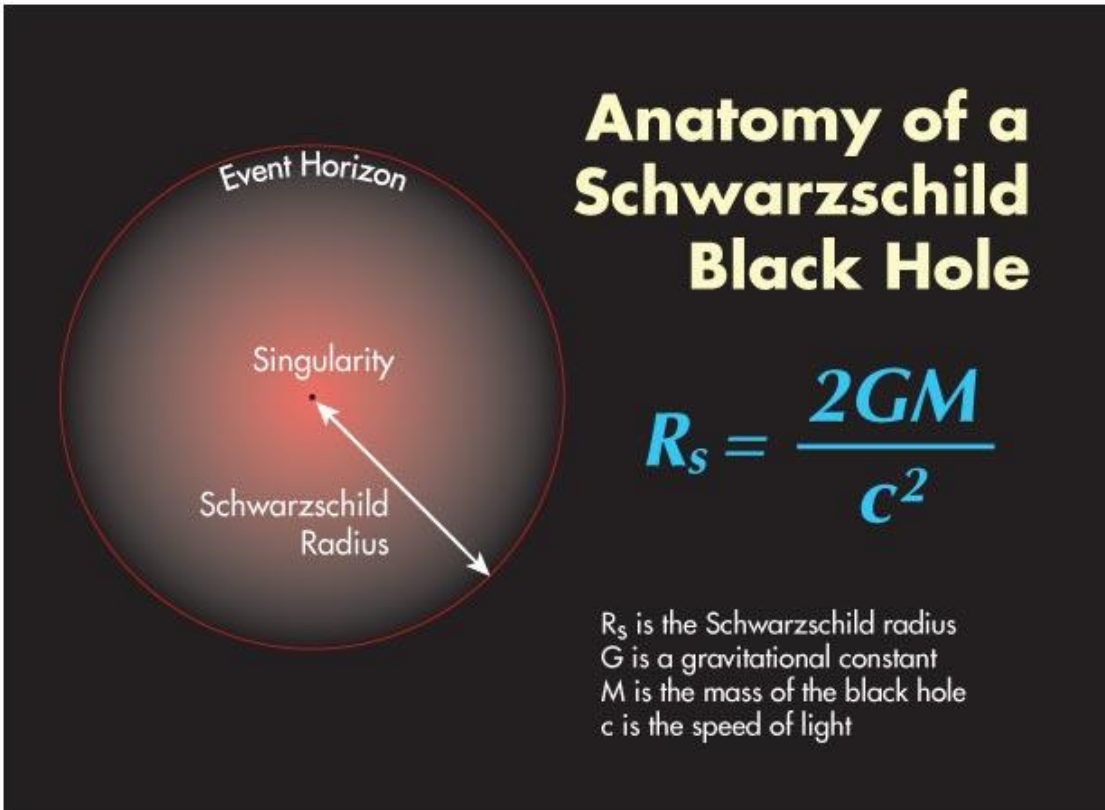
ساختار علی

نمودار پنروز



سیاهچاله شوارتسچیلد

- حل خلاء معادله اینشتین با تقارن کروی

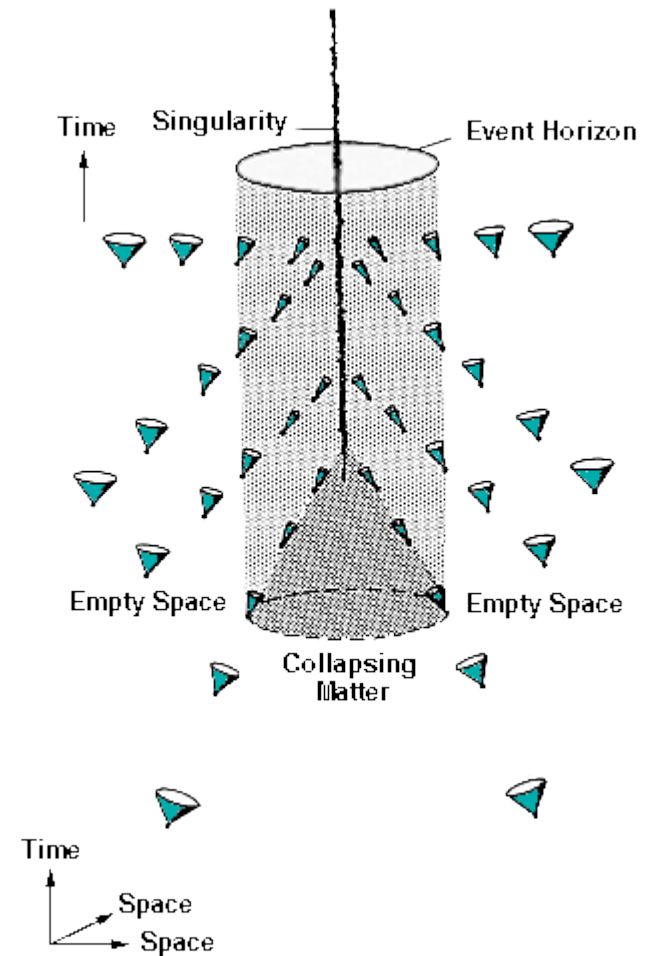


Anatomy of a Schwarzschild Black Hole

The diagram shows a central red dot labeled "Singularity" surrounded by a dark grey region. A white arrow points from the singularity to a red circle labeled "Event Horizon". The distance between the singularity and the event horizon is labeled "Schwarzschild Radius".

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

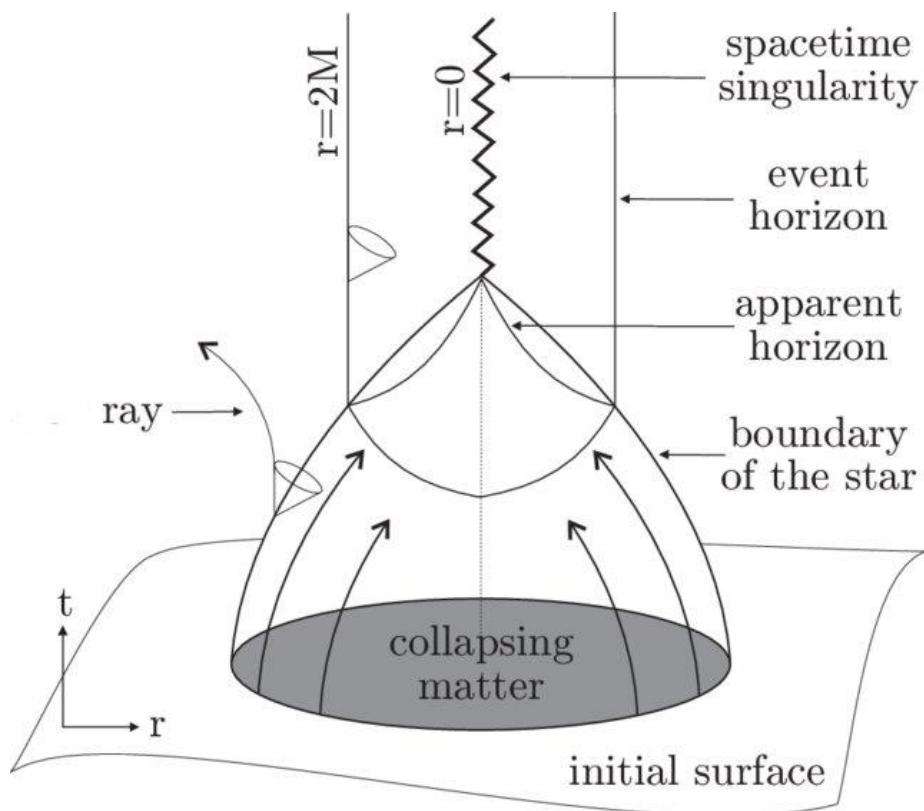
R_s is the Schwarzschild radius
 G is a gravitational constant
 M is the mass of the black hole
 c is the speed of light



تعريف افق

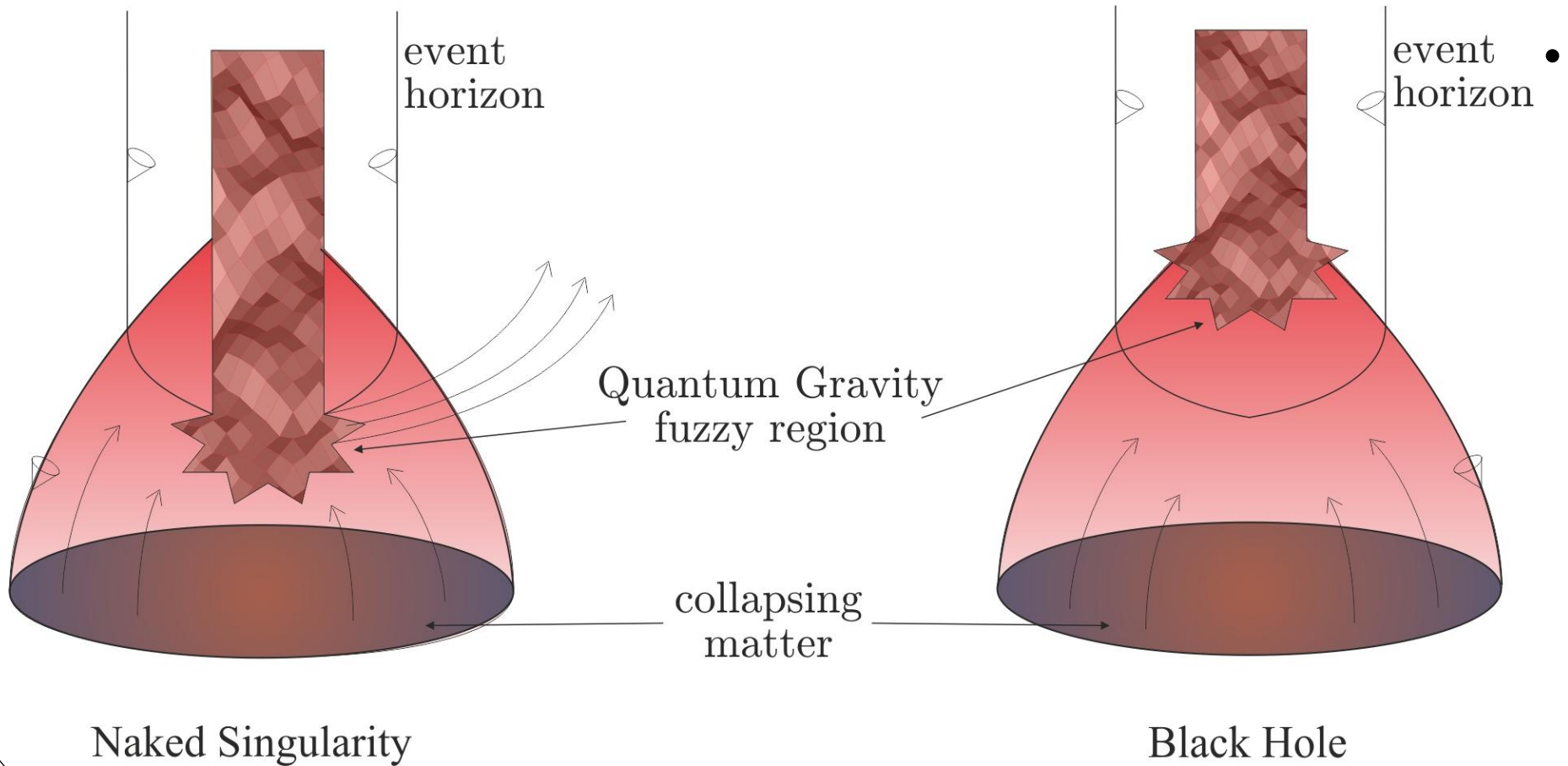
$$\Theta_{(l)} < 0 \quad \text{و} \quad \Theta_{(n)} < 0$$

$$\Theta_{(l)} = 0 \quad \text{و} \quad \Theta_{(n)} < 0$$

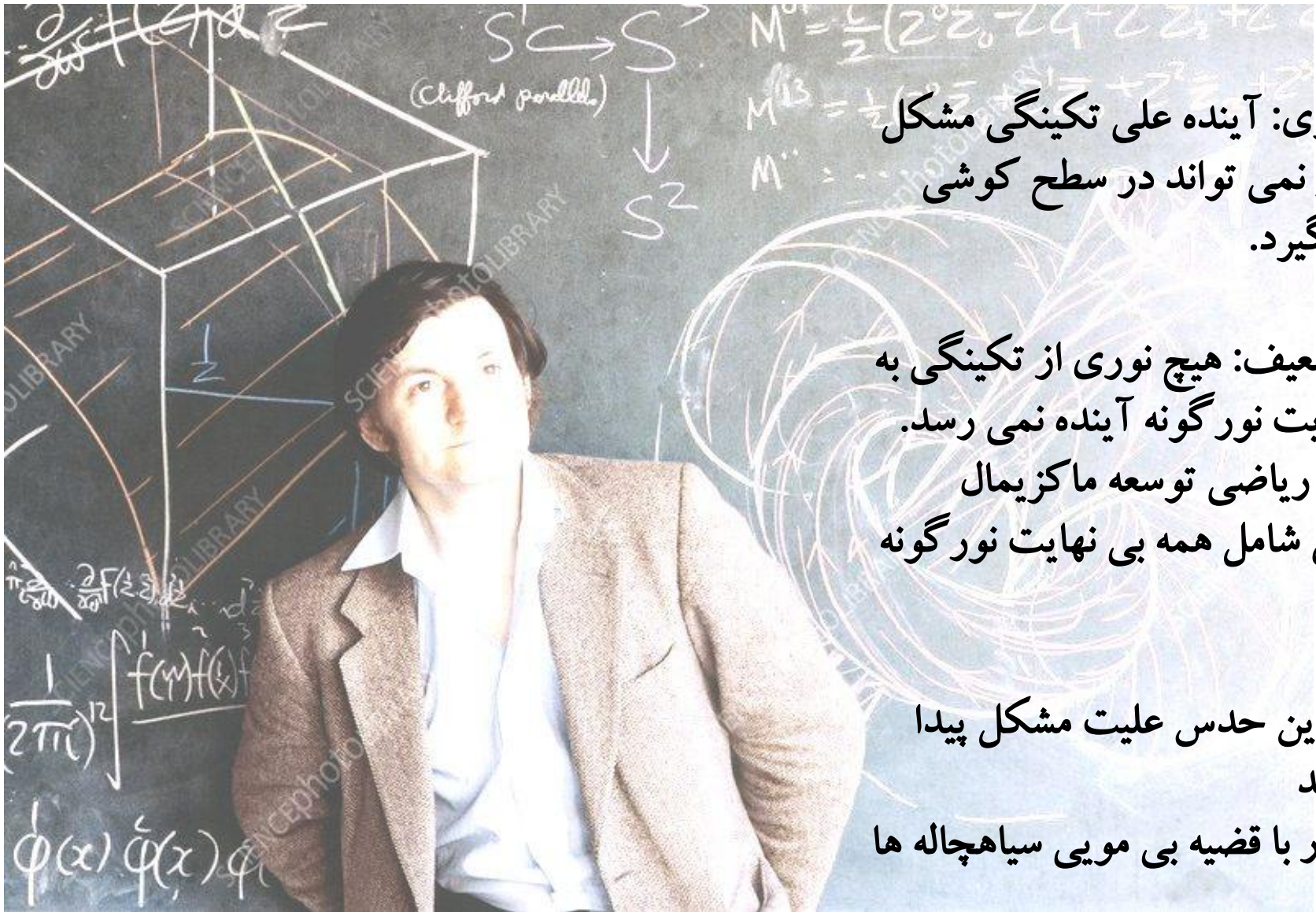


- سطح دام افتاده TS
- سطح دام افتاده مرزی MTS
- ناحیه دام افتاده TR = مجموع TS
- افق رویداد EH = آخرین نوری که به تکینگی می افتد
- افق ظاهری AH = مرز ناحیه دام افتاده

تکینگی عریان در رمبش ستاره



حدس سانسور کیهانی پنروز



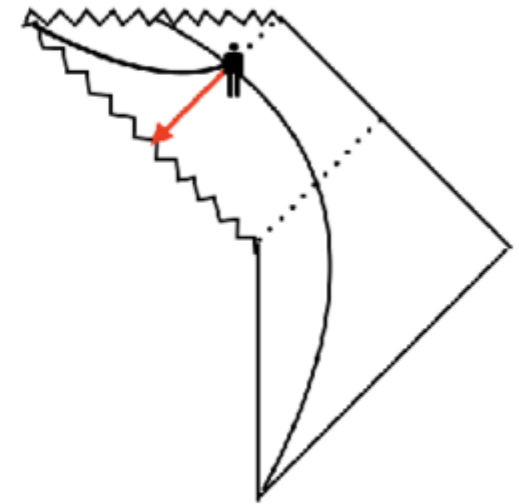
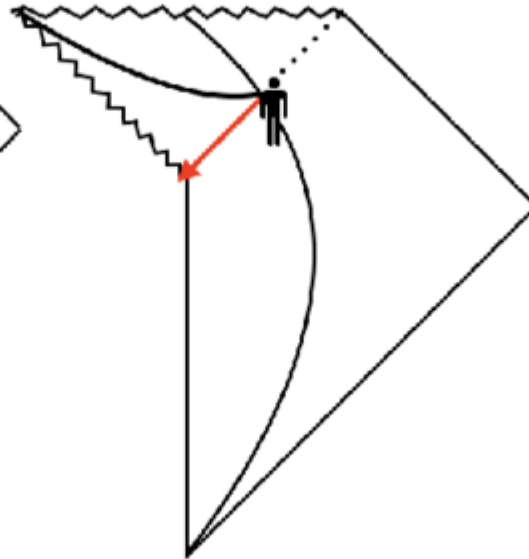
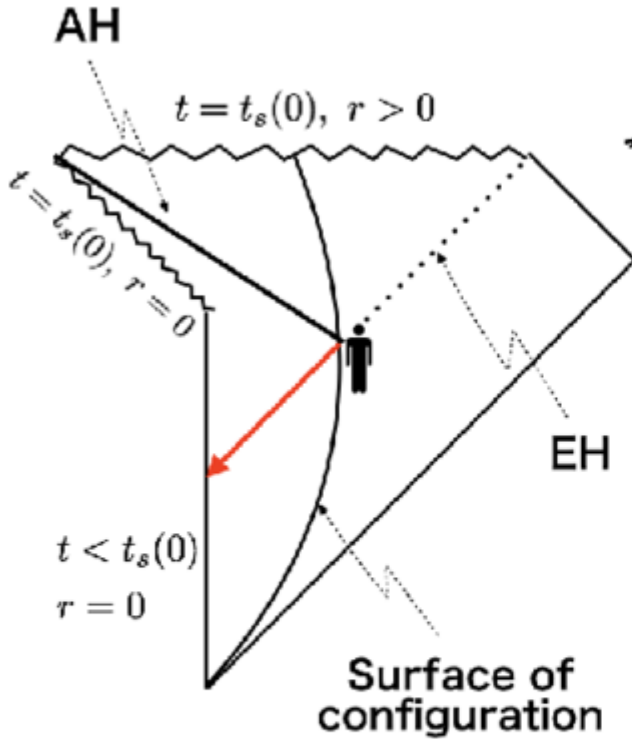
- بیان قوی: آینده علی تکینگی مشکل دارد و نمی تواند در سطح کوشی قرار بگیرد.
- بیان ضعیف: هیچ نوری از تکینگی به بی نهایت نور گونه آینده نمی رسد. به بیان ریاضی توسعه ماکزیمال کوشی شامل همه بی نهایت نور گونه باشد.
- بدون این حدس علیت مشکل پیدا می کند
- سازگار با قضیه بی مویی سیاهچاله ها

نمودار پیروز رمبش گرانشی

Black hole

Critical

Naked singularity



Observer sees
a regular center

Critical situation

Observer sees
a singular region

متریک LTB فشار $P=0$

• حل دینامیکی

$$ds^2 = -dt^2 + \frac{R'^2(t, r)}{1 + f(r)} dr^2 + R(t, r)^2 d\Omega^2, \quad u^a = \delta_0^a,$$

$$\dot{R}(t, r) = \pm \sqrt{f(r) + \frac{2M(r)}{R(t, r)}},$$

• معادله اینشتن

$$\rho(t, r) = \frac{M'(r)}{4\pi R^2(t, r) R'(t, r)}$$

• جرم میزنر-شارپ

• دو نوع تکینگی ۱- تقاطع لایه ها

۲- کانونی شدن لایه ها

مقایسه شیب افق به ژئودزیک های نور گونه

$$\frac{\frac{dt}{dr}|_{AH}}{\frac{dt}{dr}|_{null}} = 1 - 2\frac{M'}{R'}$$

$$\frac{M'}{R'} = 4\pi\rho R^2.$$

- اگر شرط انرژی ضعیف برقرار باشد، شیب افق ظاهری کمتر از ژئودزیک نور گونه است

$$\frac{\frac{dt}{dr}|_{sin}}{\frac{dt}{dr}|_{null}} = \frac{\sqrt{1+f}}{\sqrt{\frac{2M}{R} + f}}$$

- ژئودزیک نور گونه افق را قطع می کند

مقایسه شیب افق به تکینگی

$$t_{AH} = t_n(r) - \frac{4}{3}M(r).$$

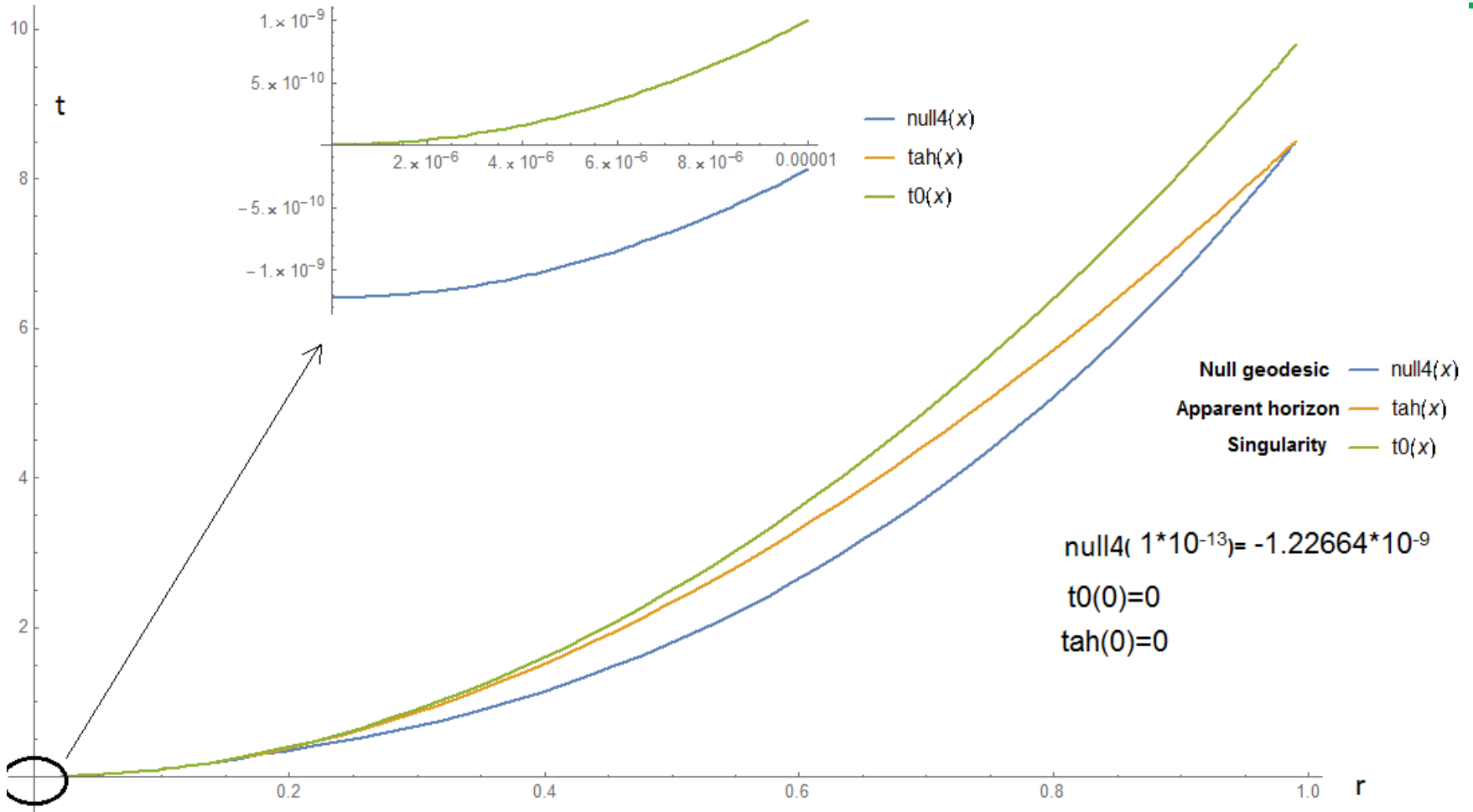
$$\frac{\frac{dt}{dr}|_{AH}}{\frac{dt}{dr}|_{sin}} = \left(1 - 2\frac{M'}{R'}\right) \frac{\sqrt{\frac{2M}{R} + f}}{\sqrt{1 + f}},$$

$$\frac{\frac{dt}{dr}|_{AH}}{\frac{dt}{dr}|_{sin}} < 1,$$

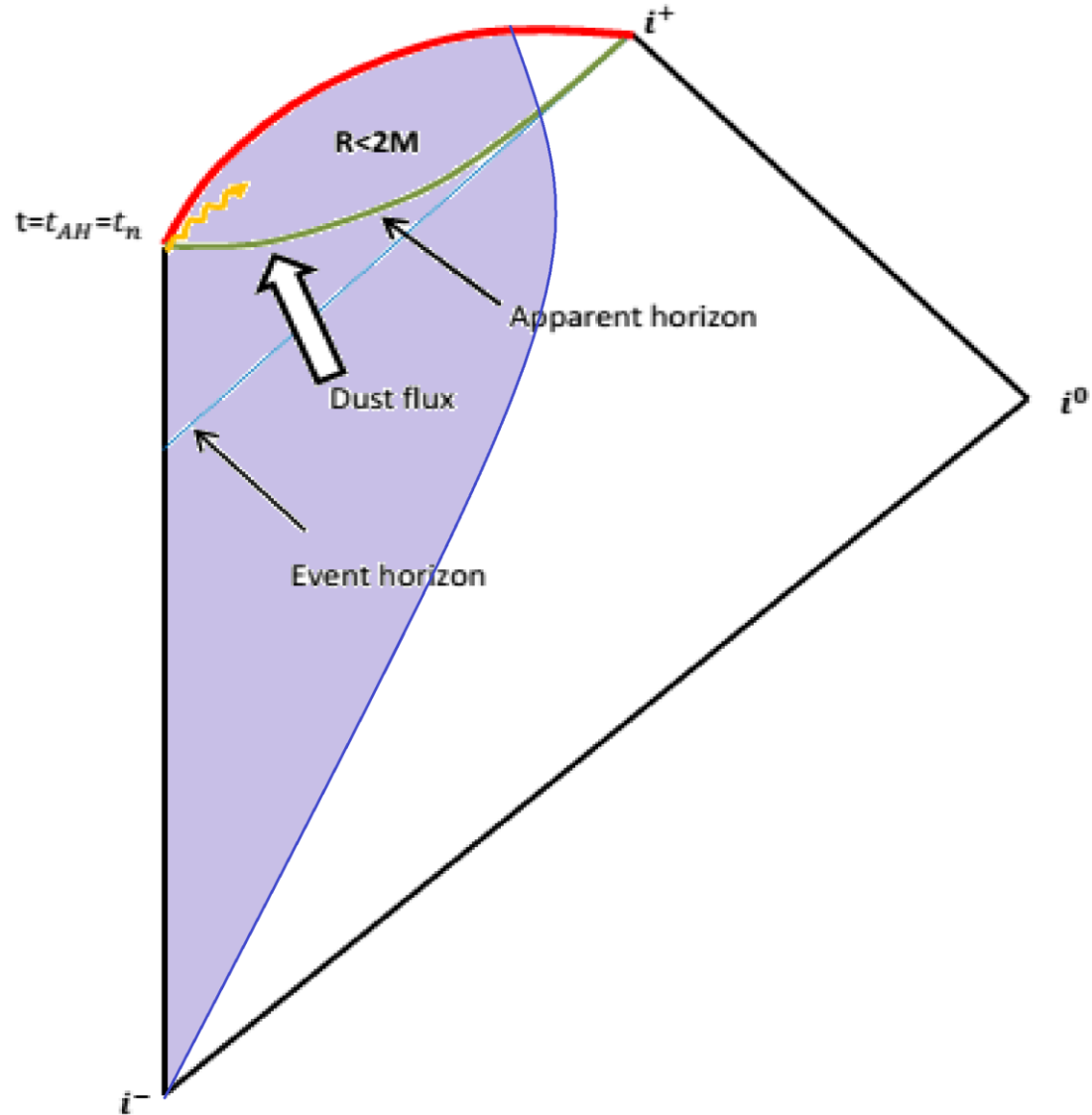
- افق و تکینگی کانونی در مرکز سیاهچاله همدیگر را قطع می کنند.

- در نقطه ای که افق و تکینگی همدیگر را قطع می کنند شیب تکینگی بیشتر از شیب افق است.

ساختار علی



نمودار پنروز



نتایج

- اگر شرط انرژی ضعیف برقرار باشد، خطوط ژئودزیک نورگونه (کل ذرات مادی) نمی تواند از افق ظاهری خارج شود و همه ذرات وارد افق ظاهری می شوند.
- افق ظاهری و تکینگی در مرکز سیاهچاله به هم می رسند که در آن نقطه جرم میزبان-شارپ صفر خواهد بود. ولی تکینگی برای زمان های بعد از این تلاقی جرم غیر صفر خواهد داشت.
- تکینگی این رمبش هرگز نورگونه نخواهد بود بنابراین اصل سانسور کیهانی قوی حفظ خواهد شد.
- بر فرض محال (در سیاهچاله غبار) اگر نوری از تکینگی خارج شود، رفتار افق باعث می شود سانسور کیهانی ضعیف حفظ شود.
- حدس سانسور کیهانی در رژیم نیمه کلاسیک پیچیده می شود.

با تشکر

