بنام خدا

رمبش گرانشی شار کامل

جواد تقی زاده فیروزجایی

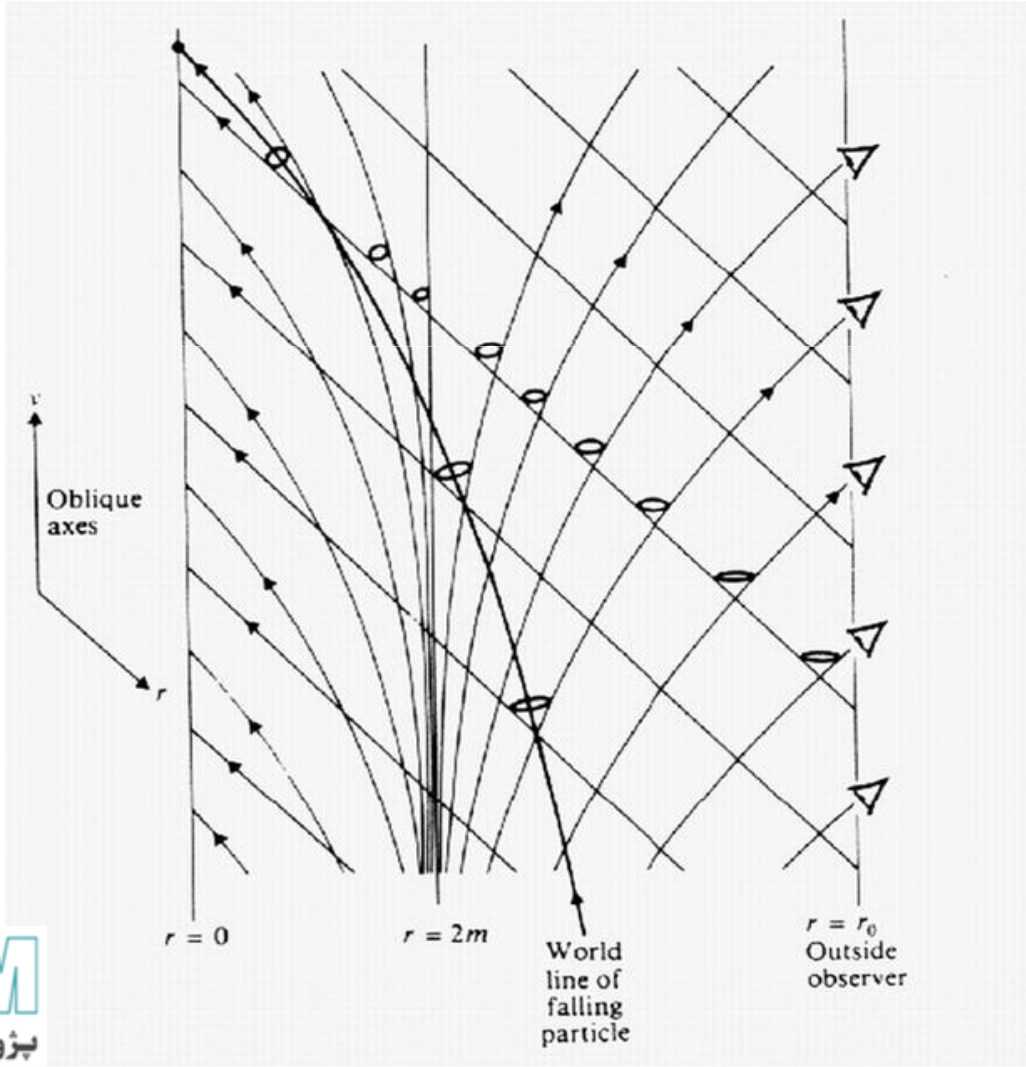
رحیم مرادی و دکتر رضا منصوری

IPM
پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

متریک شوارتس شیلد

$$ds^2 = -(1 - \frac{2m}{r})dv^2 + 2dvdr + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2(\theta) d\phi^2$$

- پارامتر زمان پیشرفته Advanced time parameter

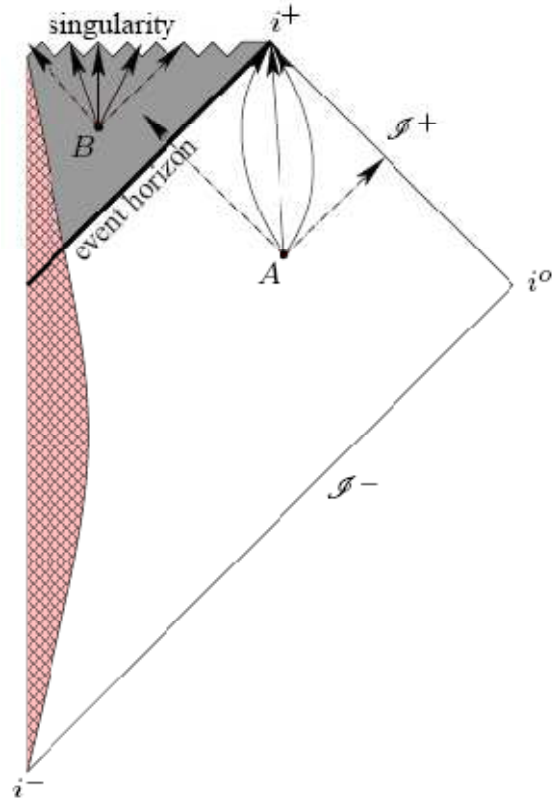


- تکینگی R=2m

IPM
پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

افق رویداد و کیلینگ

- در فضا زمان مانا و ایستا(stationary , static)
- افق کیلینگ : ۳–صفحه نورگونه که مماس بر بردار کلینگ فضا زمان است.
- افق رویداد ⟵ افق کیلینگ
- در بی نهایت اندازه ان یک است.



- بردار کیلینگ با تقارن زمانی وتقارن محوری

$$\xi^a = (\partial/\partial t)^a + \Omega(\partial/\partial\phi)^a$$

مشکل تعمیم به سیاهچاله های کیهانی

- فضا زمان مجانباً تخت نیست.
- نبود بردار کیلینگ زمانگونه
- فضا زمان باید قویاً پیش بینی پذیر(strongly predictable) باشد (وجود سطح کوشی که با داشتن شرایط اولیه ...).
- تعریف جرم و تکانه یکتا نیست.
- توصیفی برای سیاهچاله های کیهانی ندارد: گرانش سطحی، دما و افق

متریک ساختار در زمینه کیهان

۱. در فاصله دور به متریک FRW برسد.

۲. به طور موضعی رمبش یک ساختار توصیف کند.

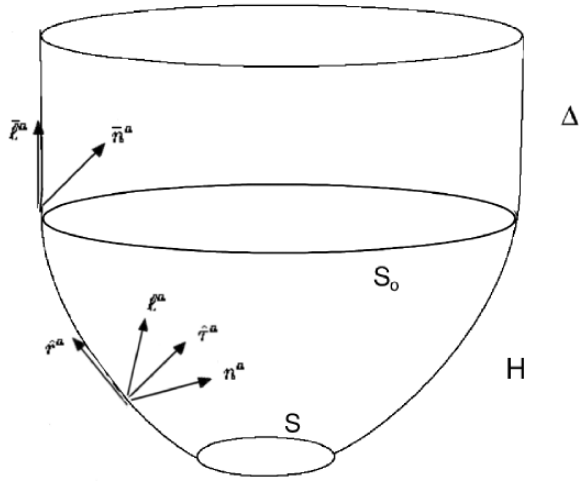
۳. قابلیت تشکیل سیاهچاله و افق ظاهری را داشته باشد.

- فرق با متریک شوارتس شیلد ؟

افق دینامیکی (Dynamical horizon)

- ۳–صفحه فضاگونه که انبساط ژئودزیک های نورگونه برونسو صفر است و انبساط ژئودزیک های نورگونه درونسو منفی می باشد.

$$\left(\frac{a_2}{4G} - \frac{a_1}{4G}\right) = \frac{1}{2}\int_{\Delta H} \bar{T}_{ab}\hat{\tau}^a\xi^b_{(r)}\, d^3V + \frac{1}{32\pi G}\int_{\Delta H} N_r \left\{|\sigma|^2 + 2|\zeta|^2\right\} d^3V\,,$$



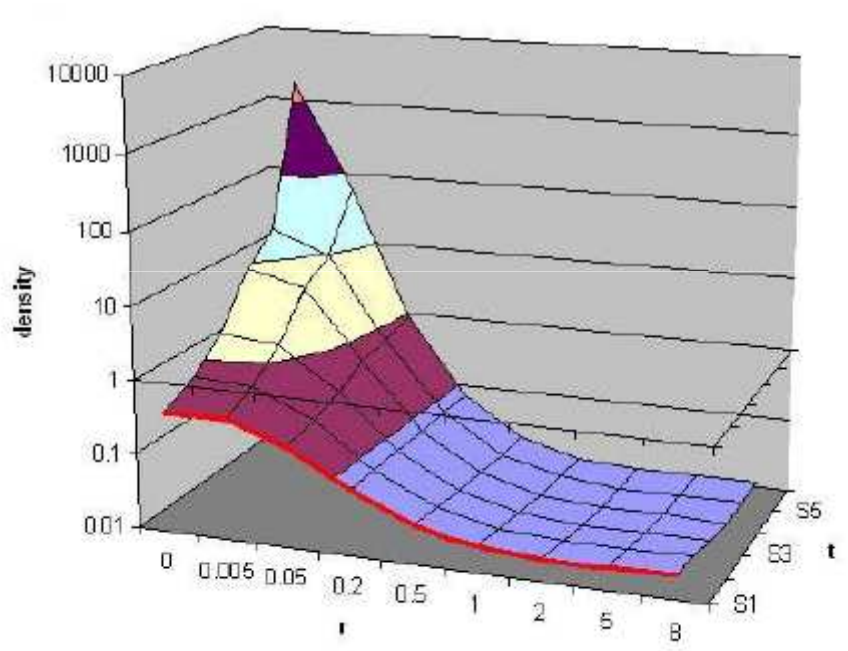
Ashtekar, A., Krishnan, B.: Phys. Rev. Lett. **89**, 261101 (2002)

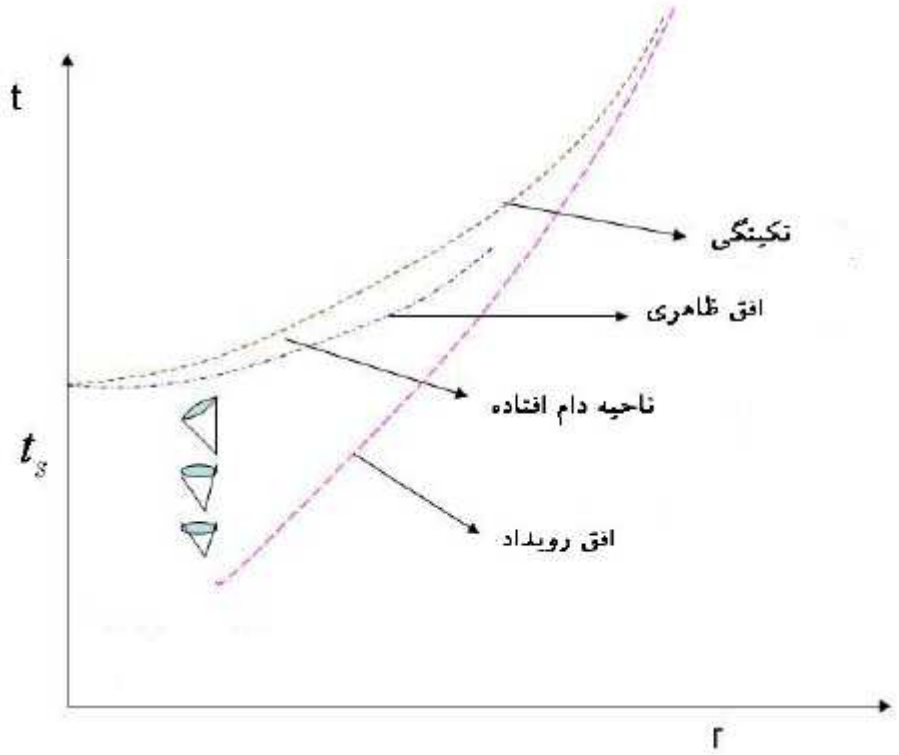
افق کند تغییر (slowly evolving horizon)

- ۳–صفحه فضاگونه که انبساط ژئودزیک های نورگونه برونسو صفر است و انبساط ژئودزیک های نورگونه درونسو منفی می باشد.
- شار ماده کم :سیاه چاله های نیمه پایدار
- گذار از افق دینامیکی به افق منزوی

Booth, I., Fairhurst, S.: Phys. Rev. Lett. **92**, 011102 (2004)

رفتار مدل مجانباً تخت با هندسه بسته





J.T. Firouzjaee, Reza Mansouri, Gen. Relativity Gravitation. 42, 2431 (2010), [arXiv:0812.5108].

متریک شار کامل گرانشی

$$ds^2 = -e^{2\sigma}\, dt^2 + e^{\lambda}\, dr^2 + R^2\, d\Omega^2 \ ,$$

$$T^{\mu\nu} = (\rho + p)\, u^{\mu}\, u^{\nu} + g^{\mu\nu} p \ ,$$

$$\kappa\rho = \frac{2M'}{R^2 R'} \ , \kappa p = -\frac{2\dot{M}}{R^2 \dot{R}} \ .$$

IPM
پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

تحول چگالی

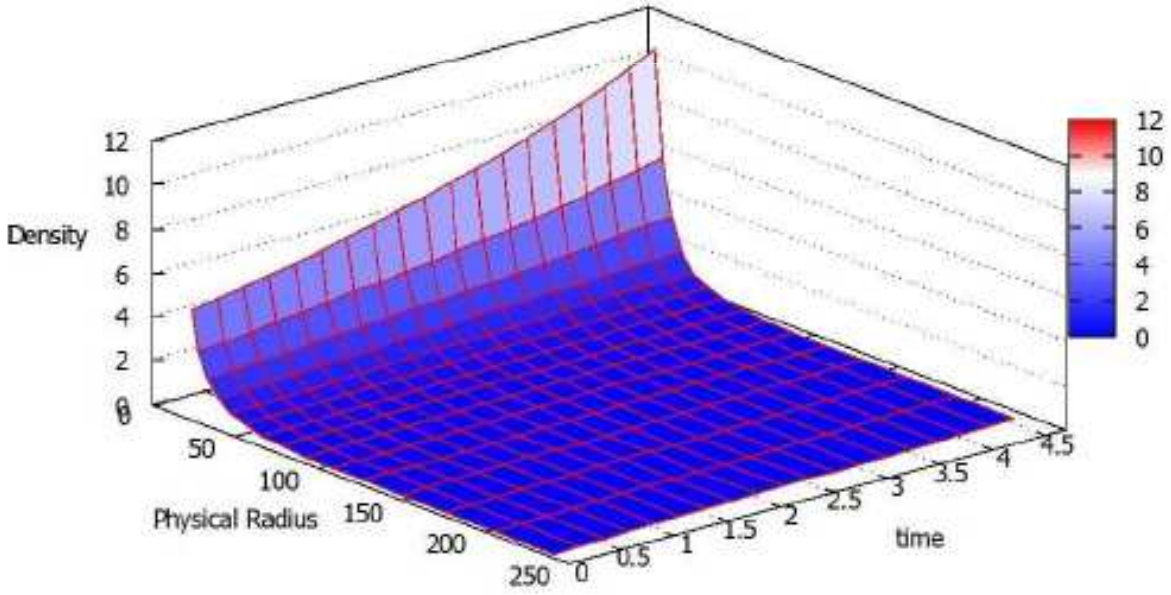
$$p = w\rho,$$

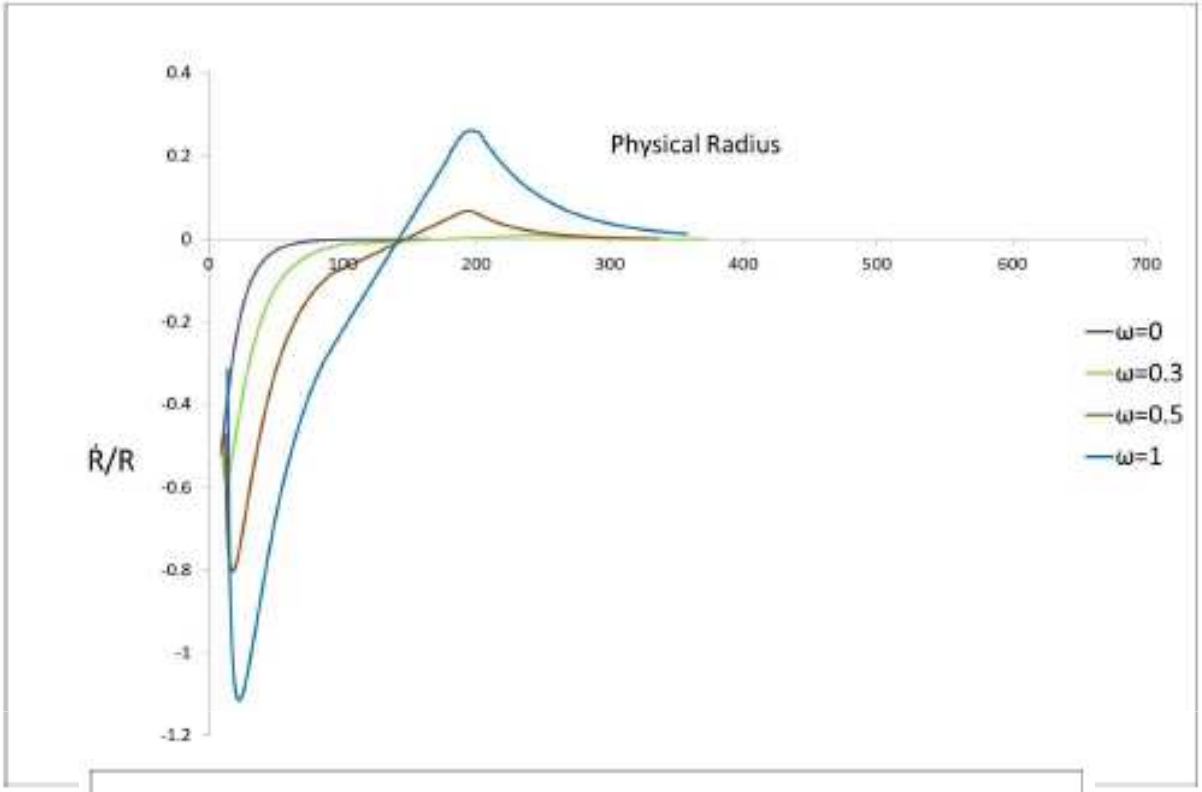
$$p = ws(r)\rho$$

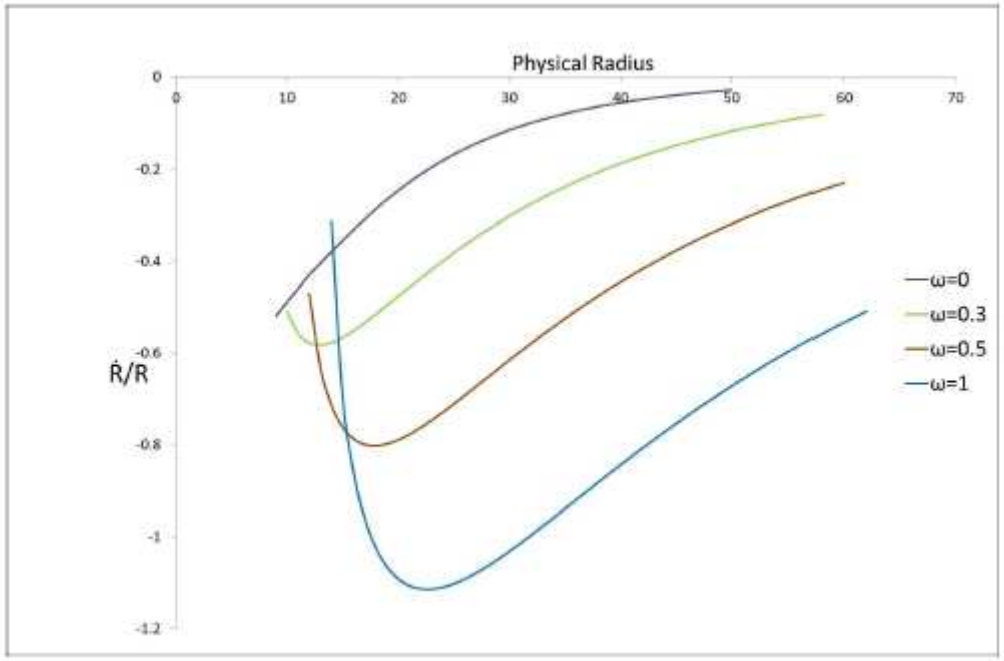
$$s(r) = e^{-\frac{r}{r_0}}$$

$$lim_{r\to\infty} f(r) = 0,$$

$$lim_{r\to\infty} M(r) = \frac{r^3}{a},$$

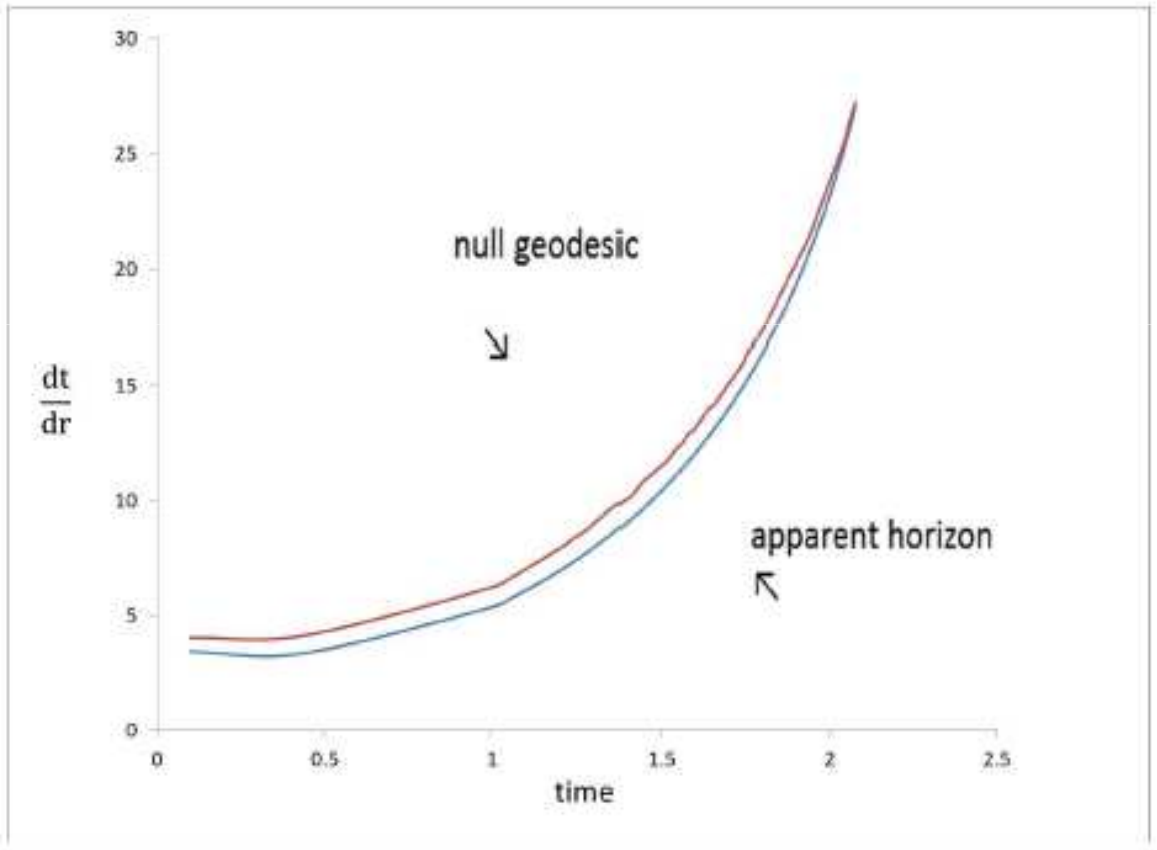






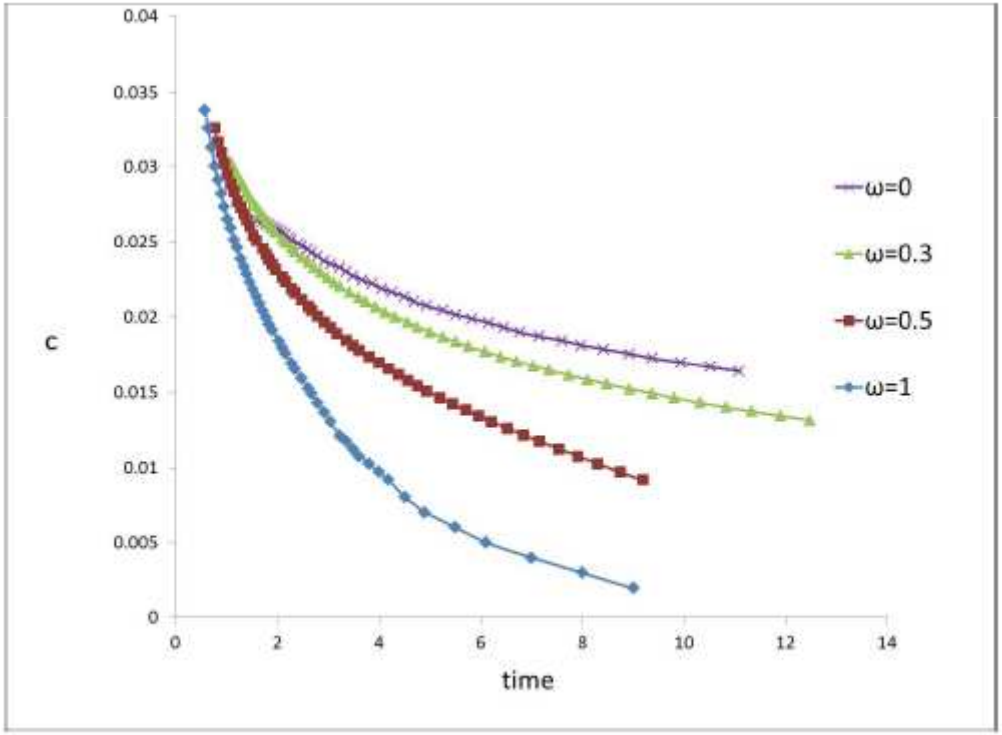
IPM
پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

تشکیل افق دینامیکی



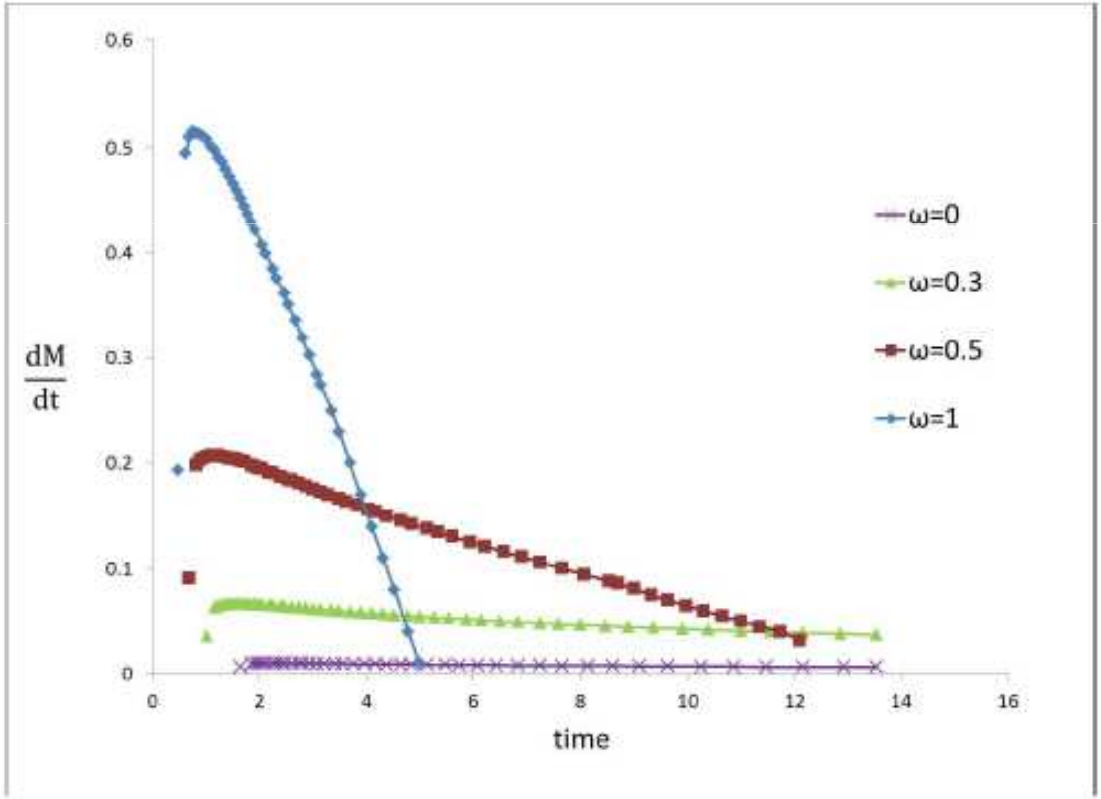
تحوّل افق

$$V^\mu = \ell^\mu - cn^\mu, \qquad c = 2\frac{M' + wM'}{M' - wM' - R'}|_{AH}.$$



شار گرانشی

$$\frac{dM(r,t)}{dt}|_{AH} = \frac{\partial M(r,t)}{\partial t}|_{AH} + \frac{\partial M(r,t)}{\partial r}\frac{\partial r}{\partial t}|_{AH} = \dot{M}|_{AH} + M'\frac{\partial r}{\partial t}|_{AH}$$



بحث و نتیجه گیری

- روشی برای بررسی رمبش گرانشی شار گرانشی در زمینه کیهانی ارائه شده است
- نشان دادیم که فشار در مقیاس بزرگ اهنگ رمبش را افزایش می دهد و در مقیاس کوچگ نقش یک نیروی باز دارنده را دارد
- نشان دادیم که تشکیل افق دینامیکی در این مدل ها اجتناب ناپذیر است. فشار اهنگ رشد افق را کاهش می دهد.
- فشار سبب می شود که افق دینامیکی سریعتر به افق کند تغییر تبدیل شود و اهنگ شار فرودی ماده در افق سیاهچاله را کاهش می دهد.

با تشکر