

The full version of the article is available on the website of the journal "Astrophysics":
<https://link.springer.com/journal/10511>

DYNAMICS OF BOUNCING COSMOLOGY IN BRANS-DICKE GRAVITY WITH KANIADAKIS HOLOGRAPHIC DARK ENERGY

K.MURALI¹, Y.ADITYA², S.K.VALI³

Recieved 22 September 2025

Accepted 17 December 2025

We examine bouncing cosmology in the anisotropic Bianchi type-III framework within Brans-Dicke gravity, incorporating Kaniadakis holographic dark energy with Hubble and Granda-Oliveros radii as infrared cutoff. We reconstruct bouncing model through correspondence scheme utilizing power-law form of the scalar field in terms of average scale factor. The natural anisotropy in Bianchi type-III model modifies expansion dynamics, offering a broader perspective on early-universe evolution beyond standard isotropic models. We analyze key cosmological parameters, including deceleration, jerk, equation of state ω_{de} , energy conditions, squared sound speed v_s^2 and $\omega_{de} - \omega'_{de}$ plane. Models are exhibiting oscillatory transitions across the phantom divide and evolves smoothly toward $\omega_{de} \rightarrow -1$ at late times. The stability analysis based on the squared sound speed v_s^2 reveals that models remain dynamically stable over most of the cosmic history and admit instabilities near the bounce. A dynamical phase-space study in the $\omega_{de} - \omega'_{de}$ plane shows that both models evolve predominantly in the thawing region, implying an asymptotic approach to a cosmological constant. The energy condition analysis further confirms that the violation of the null and strong energy conditions is a necessary feature for the realization of the bounce.

Keywords: *bouncing cosmology: Brans-Dicke gravity: Bianchi type model: Kaniadakis holographic dark energy: cosmology: scalar-tensor theory*

¹ Department of Mathematics, Raghu Engineering College, Vizianagaram-531162, India

² Department of Mathematics, GMR Institute of Technology, Rajam-532127, India, e-mail: aditya.y@gmr.it.edu.in yaditya2@gmail.com

³ Department of Mathematics, JNTU-GV College of Engineering, Vizianagaram-535003, India

ДИНАМИКА КОСМОЛОГИИ ОТСКОКА В ГРАВИТАЦИИ БРАНСА-ДИКЕ С ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИЕЙ КАНИАДАКИСА

К.МУРАЛИ¹, Й.АДИТЬЯ², С.К.ВАЛИ³

Мы исследуем космологию отскока в анизотропной модели типа III Бьянки в рамках гравитации Бранса-Дике, включая голографическую темную энергию Каниадакиса с радиусами Хаббла и Гранда-Оливерос в качестве инфракрасного отсечения. Мы реконструируем модель отскока с помощью схемы соответствий, используя степенную форму скалярного поля в терминах среднего масштабного коэффициента. Естественная анизотропия в модели типа III Бьянки модифицирует динамику расширения, предлагая более широкую перспективу эволюции ранней Вселенной за пределами стандартных изотропных моделей. Мы анализируем ключевые космологические параметры, включая замедление, рывок, уравнение состояния ω_{de} , условия энергии, квадрат скорости звука v_s^2 и плоскость $\omega_{de} - \omega'_{de}$. Модели демонстрируют колебательные переходы через фантомный разрыв и плавно эволюционируют к $\omega_{de} \rightarrow -1$ в поздние времена. Анализ устойчивости, основанный на квадрате скорости звука v_s^2 , показывает, что модели остаются динамически устойчивыми на протяжении большей части космической истории и допускают неустойчивости вблизи отскока. Динамическое исследование фазового пространства в плоскости $\omega_{de} - \omega'_{de}$ показывает, что обе модели эволюционируют преимущественно в области оттаивания, что подразумевает асимптотический подход к космологической постоянной. Анализ энергетических условий дополнительно подтверждает, что нарушение нулевых и сильных энергетических условий является необходимой характеристикой для реализации отскока.

Ключевые слова: *космология отскока: гравитация Бранса-Дике: модель типа Бьянки: голографическая темная энергия Каниадакиса: космология: скаляр-тензорная теория*

REFERENCES

1. *A.G.Riess et al.*, *Astron. J.*, **116**, 1009, 1998.
2. *S.Perlmutter et al.*, *Astrophys. J.*, **517**, 565, 1999.
3. *M.Tegmark et al.*, *Phys. Rev. D*, **69**, 103501, 2004.
4. *T.Padmanabhan*, *Gen. Relativ. Gravit.*, **40**, 529, 2008.
5. *B.Feng et al.*, *Phys. Lett. B*, **607**, 35, 2005.
6. *V.Sahni, Y.Shtanov*, *J. Cosmol. Astropart. Phys.*, **11**, 014, 2003.
7. *S.D.H.Hsu*, *Phys. Lett. B*, **594**, 13, 2004.
8. *R.G.Cai*, *Phys. Lett. B*, **657**, 228, 2007.
9. *S.Nojiri, S.D.Odintsov*, *Phys. Rev. D*, **68**, 123512, 2003.
10. *S.Capozziello, M. De Laurentis*, *Phys. Rep.*, **509**, 167, 2011.
11. *T.Harko et al.*, *Phys. Rev. D*, **84**, 024020, 2011.
12. *D.Saez, V.J.Ballester*, *Phys. Lett. A*, **113**, 467, 1986.
13. *C.Brans, R.H.Dicke*, *Phys. Rev.*, **124**, 925, 1961.
14. *G.'t Hooft*, gr-qc/9310026, 1993.
15. *L.Susskind*, *J. Math. Phys.*, **36**, 6377, 1995.
16. *M.Li*, *Phys. Lett. B*, **603**, 1-5, 2004.
17. *S.Wang et al.*, *Phys. Rep.*, **696**, 1-57, 2017.
18. *D.Pavon, W.Zimdahl*, *Phys. Lett., B* **628**, 206, 2005.
19. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Lett. B*, **797**, 134829, 2019.
20. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Rev. D*, **102**, 023540, 2020.
21. *S.Nojiri et al.*, *Nucl. Phys. B*, **949**, 114790, 2019.
22. *S.D.Odintsov et al.*, *Class. Quantum Grav.*, **37**, 235005, 2020.
23. *S.Nojiri, S.D.Odintsov*, *Gen Relativ Gravit.*, **38**, 1285, 2006.
24. *S.Nojiri et al.*, *Symmetry*, **13**, 928, 2021.
25. *S.Nojiri et al.*, *Astrophysics*, **65**, 534, 2022.
26. *C.Tsallis, L.J.L.Cirto*, *Eur. Phys. J. C*, **73**, 2487, 2013.
27. *M.Tavayef et al.*, *Phys. Lett. B*, **781**, 195, 2018.
28. *A.S.Jahromi et al.*, *Phys. Lett. B*, **780**, 21, 2018.
29. *H.Moradpour et al.*, *Eur. Phys. J. C*, **78**, 829, 2018.
30. *U.Y.Divya Prasanthi, Y.Aditya*, *Phys. Dark Univ.*, **31**, 100782, 2021.
31. *M.V.Santhi, T.Chinnappalanaidu*, *New Astr.*, **92**, 101725, 2022.
32. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Rev. D*, **105**, 044042, 2022.
33. *S.Nojiri et al.*, *Universe*, **10**, 352, 2024.
34. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Lett. B*, **831**, 137189, 2022.
35. *G.Kaniadakis*, *Physica A: Stat. mech. and its appl.*, **296(3-4)**, 405, 2001.
36. *M.Masi*, *Phys. Lett. A*, **338**, 217, 2005.
37. *E.M.Abreu et al.*, *EPL (Europhysics Letters)*, **124**, 30003, 2018.
38. *H.Moradpour et al.*, *Eur. Phys. J. C*, **80**, 1, 2020.
39. *Pinki et al.*, *Mod. Phys. Lett. A*, **39**, 2450118, 2024.
40. *Pinki et al.*, *Mod. Phys. Lett. A*, **39**, 2450046, 2024.
41. *K.Devi, P.Kumar*, *Gen Relativ Gravit.*, **56**, 4, 2024.

42. *S.K.Tripathy et al.*, Gravit. Cosmol., **29**, 468, 2023.
43. *U.Y.Divya Prasanthi, Y.Aditya*, Results Phys., **17**, 103101, 2020.
44. *Y.Aditya, D.R.K.Reddy*, Int. J. Geom. Theories Mod. Phys., **15(9)**, 1850156, 2018.
45. *M.V.Santhi, T.Chinnappalanaidu*, Astrophys. Space Sci., **368(4)**, 1, 2023.
46. *T.Vinutha et al.*, Int. J. Geom. Theories Mod. Phys., **20(07)**, 2350119, 2023.
47. *Y.Aditya*, Bulgarian Astron. J., **40**, 95, 2024.
48. *Y.Aditya, D.R.K.Reddy*, Astrophys. Space Sci., **363**, 207, 2018.
49. *Y.Aditya, U.Y.D.Prasanthi*, Bulgarian Astron. J., **38**, 52, 2023.
50. *A.Jawad, A.M.Sultan*, Adv. High Energy Phys., **2021**, 5519028, 2021.
51. *U.K.Sharma et al.*, IJMPD **31(03)**, 2250013, 2022.
52. *N.Drepanou et al.*, Eur. Phys. J. C, **82**, 449, 2022.
53. *J.Sadeghi et al.*, Mod. Phys. Lett. A, **38**, 2350076, 2023.
54. *B.G.Rao et al.*, East Eur. J. Phys., **1**, 43, 2024.
55. *A.V.Prasanthi et al.*, East Eur. J. Phys., **2**, 10, 2024.
56. *S.Ghaffari*, Mod. Phys. Lett. A, **37**, 2250152, 2022.
57. *S.Ali et al.*, New Astr., **110**, 102226, 2024.
58. *K.Murali et al.*, Mod. Phys. Lett. A, **39**, 2450106, 2024.
59. *K.Murali et al.*, AIP Conf. Proc., **3298**, 040022, 2025.
60. *C.B.Collins et al.*, Gen. Relativ. Gravit., **12**, 805, 1980.
61. *V.B.Johri, K.Desikan*, Gen. Relat. Gravit., **26**, 1217, 1994.
62. *S.K.Tripathy et al.*, Symmetry, **15**, 790, 2023.
63. *S.K.Tripathy et al.*, Int. J. Geom. Methods Phys., **17**, 2050056, 2020.
64. *L.V.Jaybhaye et al.*, Phys. Scr., **99**, 065031, 2024.
65. *M.Sharif et al.*, Chinese Journal of Physics, **97**, 411, 2025.
66. *A.S.Agrawal et al.*, Gravit. Cosmol., **29**, 294, 2023.
67. *G.Kaniadakis*, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, **296**, 405, 2001.
68. *G.Kaniadakis*, Phys. Rev. E, **66**, 5, 2002.
69. *H.Moradpour et al.*, Eur. Phys. J. C, **80**, 8, 2020.
70. *L.N.Granda, A.Oliveros*, Phys. Lett. B, **669**, 275, 2008.
71. *L.N.Granda, A.Oliveros*, Phys. Lett. B, **671**, 199, 2009.
72. *R.Caldwell, E.V.Linder*, Phys. Rev. Lett., **95**, 141301, 2005.
73. *Y.S.Myung*, Astrophys. Space Sci., **335**, 2, 2011.
74. *S.D.Odintsov, T.Paul*, Phys. Dark Univ., **39**, 101159, 2023.
75. *S.Nojiri et al.*, Phys. Dark Univ., **35**, 100984, 2022.
76. *M.S.Singh, S.S.Singh*, Turk. J. Phys., **42**, 198, 2018.
77. *Y.Aditya et al.*, Afr. Mat., **36**, 120, 2025.
78. *S.Capozziello et al.*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **484**, 4484, 2019.
79. *N.Aghanim et al.*, Astron. Astrophys., **641**, A6, 2020.