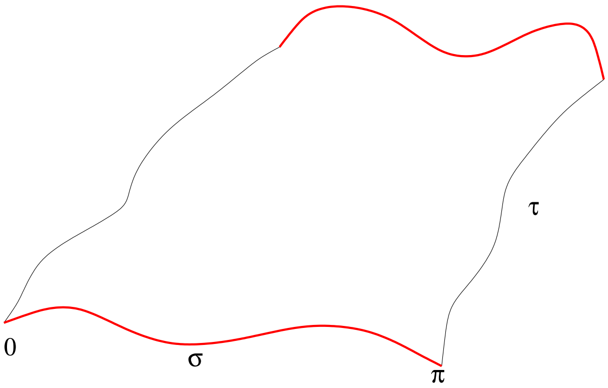
Polimeryzacja kolizji bran

Jakub Mielczarek

6 May, 2008


τ
0
σ
π

Warunki brzegowe:

Neumanna

$$X'_{\mu}|_{\sigma=0,\pi} = 0$$

Dirichleta

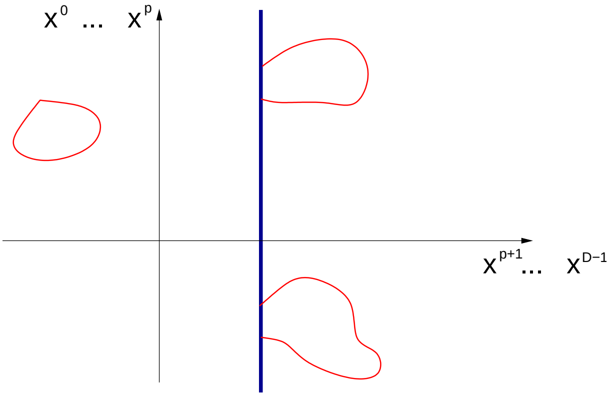
$$X'_{\mu}|_{\sigma=0,\pi} = 0$$

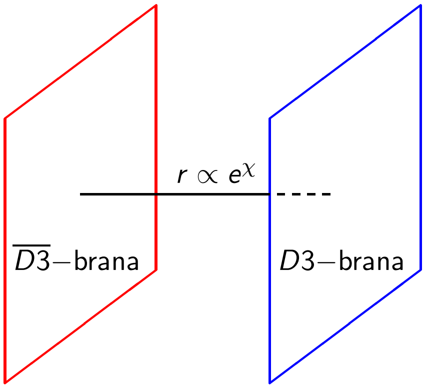
$$\begin{aligned} X^{\mu}(0,\tau) &= \text{const} \\ X^{\mu}(\pi,\tau) &= \text{const} \end{aligned}$$

Dp-brany

$X^0 \dots X^p$- warunki Neumanna

$X^{p+1} \dots X^{D-1}$- warunki Dirichleta




$r \propto e^{\chi}$
$\overline{D3}-$brana
$D3-$brana

W przypadku klasycznym fenomenologiczny Hamiltonian dla modelu cyklicznego [1] ma postać

$$\mathcal{H} = -\frac{3}{8\pi G\gamma^2}\sqrt{|p|}c^2 + \frac{1}{2}\frac{p_\chi^2}{|p|^{3/2}} + |p|^{3/2}V(\chi)$$

gdzie potencjal $V(\chi)$ wyraża się następujaco

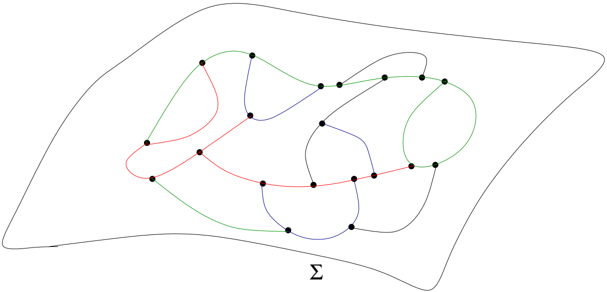
$$V(\chi) = V_0(1 - e^{-\chi/m_1})\exp(-e^{-\chi/m_2}).$$

Ponadto

$$\begin{aligned} |p| &= a^2, \\ c &= \gamma\dot{a}. \end{aligned}$$

[1] P. J. Steinhardt and N. Turok, "A cyclic model of the universe," arXiv:hep-th/0111030.

Polimeryzacja



W Pętlowej Grawitacji Kwantowej funkcja falowa próbkuje geometrię tylko na jednowymiarowej podrozmaitości zwanej siecią spinową.

$$\Psi(A) := \psi(h_{e_1}(A), \ldots, h_{e_n}(A)) \in \text{Cyl}$$

gdzie A to pole koneksji Ashtekara a $\{e_1, \ldots, e_n\}$ to krawędzie sieci spinowej.

Efekty polimeryzacji wprowadzamy przez zastapienie

$$c \longrightarrow \frac{\sin(\bar{\mu} c)}{\bar{\mu}}$$

w wyrażeniach klasycznych.

$$\bar{\mu} = \sqrt{\frac{\Delta}{|p|}}$$

Dostajemy więc

$$\mathcal{H}_{eff} = -\frac{3}{8\pi G\gamma^2}\sqrt{|p|}\left[\frac{\sin(\bar{\mu} c)}{\bar{\mu}}\right]^2 + \frac{1}{2}\frac{p_\chi^2}{|p|^{3/2}} + |p|^{3/2} V(\chi).$$

Układ dynamiczny

$$\begin{aligned}
\frac{dH}{dt} &= 4\pi G P^2 \left[\frac{2}{\rho_c} \left(\frac{P^2}{2} + V(\chi) \right) - 1 \right], \\
\frac{da}{dt} &= Ha, \\
\frac{d\chi}{dt} &= P, \\
\frac{dP}{dt} &= -3HP - \frac{dV(\chi)}{d\chi}.
\end{aligned}$$

Parametry potencjału przyjmiemy takie same jak w pracy [2] , mianowicie

$$
\begin{aligned}
V_0 &= 0.001, \\
m_1 &= 0.2, \\
m_2 &= \frac{20}{21}.
\end{aligned}
$$

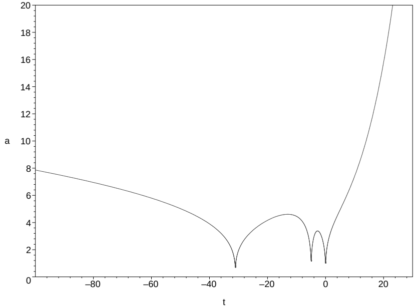
Ustalimy też następujące warunki początkowe

$$
\begin{aligned}
\chi(t=0) &= 0.0, \\
a(t=0) &= 1.0, \\
\rho(t=0) &= \rho_c.
\end{aligned}
$$

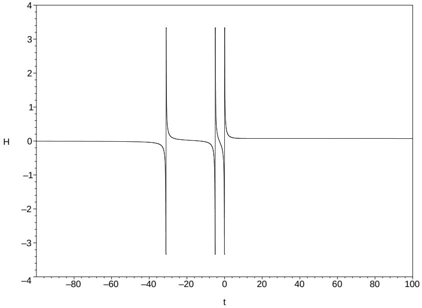
[2] M. Bojowald, R. Maartens and P. Singh, "Loop quantum gravity and the cyclic universe," Phys. Rev. D **70** (2004) 083517 [arXiv:hep-th/0407115].

Wyniki numeryczne

Czynnik skali

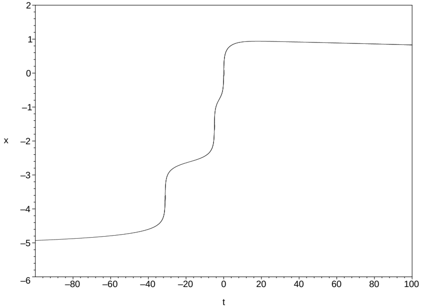


Parametr Hubble'a

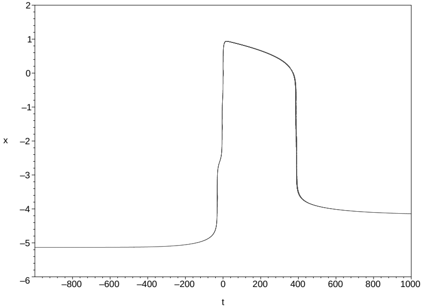


Wyniki numeryczne

Pole χ

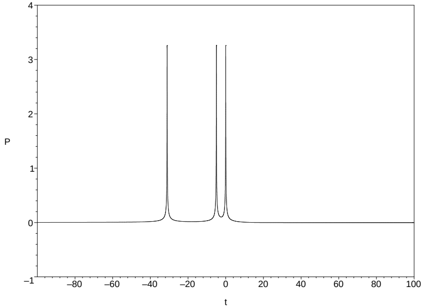


Pole χ



Wyniki numeryczne

Parametr P



Trajektoria fazowa