

**Zadanie 1** Znaleźć krzywe geodezyjne czasowe i zerowe (można też znaleźć przestrzenne) w czasoprzestrzeni Schwarzschilda (było w całości na ćwiczeniach). Policzyc odchylenie promienia świetlnego przechodzącego w dużej odległości od źródła pola.

*Wskazówka 1:* Łatwiej jest policzyć połowę kąta odchylenia a następnie pomnożyć przez 2.

*Wskazówka 2:* Nie ma potrzeby liczenia dokładnego odchylenia, można skożystać z rozwinięcia  $\Delta\phi = f(M, \dots) = f(0, \dots) + \left. \frac{\partial f}{\partial M} \right|_{M=0} M$

**Zadanie 2** Znaleźć równania krzywych geodezyjnych w czasoprzestrzeni FRW:

$$ds^2 = dt^2 - \frac{R(t)^2 (dx^2 + dy^2 + dz^2)}{1 + k(x^2 + y^2 + z^2)}$$

dla  $R(t) = t^n$ .

**Zadanie 3** Znaleźć ogólną postać metryki posiadającej trzy symetrie translacyjne, przy czym jeden wektor Killinga jest czasowy, a dwa są przestrzenne.

**Zadanie 4** Sprawdzić, czy płaski wszechświat wypełniony pyłem jest konforemnie płaski.

**Zadanie 5** Znaleźć taki koreper  $(\theta^\mu)$ , w którym metryka Schwartzschilda ma postać

$$g = -2\theta^0\theta^1 + (\theta^2)^2 + (\theta^3)^2$$

(lub wersja trudniejsza - znaleźć zerowy koreper). Wyrazić w tym koreperze formę koneksji oraz formę krzywizny.

W razie wszelkich pytań proszę pisać maile: [jpa\[\\*\]fuw.edu.pl](mailto:jpa[*]fuw.edu.pl)