

1. Extreme complexity of Einstein's equations

In November 1915, Albert Einstein introduced his field equations of general relativity consisting of 10 nonlinear hyperbolic PDEs

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}, \quad \mu, \nu = 0, 1, 2, 3,$$

for 10 components of the unknown  $4 \times 4$  symmetric metric tensor  $g_{\mu\nu}$  of one timelike coordinate  $x^0$  and three generally curvilinear space coordinates  $x^1, x^2, x^3$ , i.e.,  $g_{\mu\nu} = g_{\mu\nu}(x^0, x^1, x^2, x^3)$  (the dependence of all functions on these coordinates will usually be not indicated), where

$$R_{\mu\nu} = \sum_{\kappa=0}^3 R^{\kappa}{}_{\mu\kappa\nu}, \quad R = \sum_{\mu,\nu=0}^3 g^{\mu\nu}R_{\mu\nu}$$

are the  $4 \times 4$  symmetric *Ricci tensor* and *Ricci scalar*, respectively,

$$R^{\kappa}{}_{\mu\nu\sigma} = \frac{\partial\Gamma^{\kappa}{}_{\mu\nu}}{\partial x^{\sigma}} - \frac{\partial\Gamma^{\kappa}{}_{\mu\sigma}}{\partial x^{\nu}} + \sum_{\lambda=0}^3 \Gamma^{\lambda}{}_{\mu\nu}\Gamma^{\kappa}{}_{\lambda\sigma} - \sum_{\lambda=0}^3 \Gamma^{\lambda}{}_{\mu\sigma}\Gamma^{\kappa}{}_{\lambda\nu}$$

is the *Riemann curvature tensor* that has 20 independent components from  $4^4 = 256$  components due to several symmetries.

On computational complexity of Einstein's equations

5:18 / 59:52

1. Extreme complexity of Einstein's equations

First consider the case when  $T_{\mu\nu} = 0$ . Multiplying Einstein's equations by  $g^{\mu\nu}$  and summing over all  $\mu$  and  $\nu$ , we get

$$0 = \sum_{\mu,\nu=0}^3 g^{\mu\nu}R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R \sum_{\mu,\nu=0}^3 g^{\mu\nu}g_{\mu\nu} = R - \frac{1}{2}R \sum_{\mu=0}^3 \delta^{\mu}{}_{\mu} = R - \frac{1}{2}4R.$$

Thus,  $R = 0$  and Einstein's equations can be rewritten as  $R_{\mu\nu} = 0$ .

$$0 = R_{00} = \sum_{\kappa=0}^3 R^{\kappa}{}_{0\kappa 0} = \sum_{\kappa=0}^3 (\Gamma^{\kappa}{}_{00,\kappa} - \Gamma^{\kappa}{}_{0\kappa,0} + \sum_{\lambda=0}^3 (\Gamma^{\lambda}{}_{00}\Gamma^{\kappa}{}_{\lambda\kappa} - \Gamma^{\lambda}{}_{0\kappa}\Gamma^{\kappa}{}_{0\lambda}))$$

$$= \Gamma^{1}{}_{00,1} + \Gamma^{2}{}_{00,2} + \Gamma^{3}{}_{00,3} - \Gamma^{1}{}_{01,0} - \Gamma^{2}{}_{02,0} - \Gamma^{3}{}_{03,0}$$

$$+ \Gamma^{0}{}_{00}(\Gamma^{1}{}_{01} + \Gamma^{2}{}_{02} + \Gamma^{3}{}_{03}) + \Gamma^{1}{}_{00}(-\Gamma^{0}{}_{10} + \Gamma^{1}{}_{11} + \Gamma^{2}{}_{12} + \Gamma^{3}{}_{13})$$

$$+ \Gamma^{2}{}_{00}(-\Gamma^{0}{}_{20} + \Gamma^{1}{}_{21} + \Gamma^{2}{}_{22} + \Gamma^{3}{}_{23}) + \Gamma^{3}{}_{00}(-\Gamma^{0}{}_{30} + \Gamma^{1}{}_{31} + \Gamma^{2}{}_{32} + \Gamma^{3}{}_{33})$$

$$- 2\Gamma^{1}{}_{02}\Gamma^{2}{}_{01} - 2\Gamma^{1}{}_{03}\Gamma^{3}{}_{01} - 2\Gamma^{2}{}_{03}\Gamma^{3}{}_{02} - (\Gamma^{1}{}_{01})^2 - (\Gamma^{2}{}_{02})^2 - (\Gamma^{3}{}_{03})^2.$$

where  $\Gamma^{\kappa}{}_{\mu\nu,\sigma} = \partial\Gamma^{\kappa}{}_{\mu\nu}/\partial x^{\sigma}$

On computational complexity of Einstein's equations

9:24 / 59:52

# 1. Extreme complexity of Einstein's equations

$$\begin{aligned}
 0 = 4R_{00} = & 2[g_{11}^{10}g_{00,0} + g_{11}^{11}(2g_{01,0} - g_{00,1}) + g_{11}^{12}(2g_{02,0} - g_{00,2}) + g_{11}^{13}(2g_{03,0} - g_{00,3}) \\
 & + g^{10}g_{00,01} + g^{11}(2g_{01,01} - g_{00,11}) + g^{12}(2g_{02,01} - g_{00,21}) + g^{13}(2g_{03,01} - g_{00,31}) \\
 & + g_{12}^{20}g_{00,0} + g_{12}^{21}(2g_{01,0} - g_{00,1}) + g_{12}^{22}(2g_{02,0} - g_{00,2}) + g_{12}^{23}(2g_{03,0} - g_{00,3}) \\
 & + g^{20}g_{00,02} + g^{21}(2g_{01,02} - g_{00,12}) + g^{22}(2g_{02,02} - g_{00,22}) + g^{23}(2g_{03,02} - g_{00,32}) \\
 & + g_{13}^{30}g_{00,0} + g_{13}^{31}(2g_{01,0} - g_{00,1}) + g_{13}^{32}(2g_{02,0} - g_{00,2}) + g_{13}^{33}(2g_{03,0} - g_{00,3}) \\
 & + g^{30}g_{00,03} + g^{31}(2g_{01,03} - g_{00,13}) + g^{32}(2g_{02,03} - g_{00,23}) + g^{33}(2g_{03,03} - g_{00,33}) \\
 & - g_{01}^{10}g_{00,1} - g_{01}^{11}g_{11,0} - g_{01}^{12}(g_{02,1} + g_{12,0} - g_{01,2}) - g_{01}^{13}(g_{03,1} + g_{13,0} - g_{01,3}) \\
 & - g^{10}g_{00,10} - g^{11}g_{11,00} - g^{12}(g_{02,10} + g_{12,00} - g_{01,20}) - g^{13}(g_{03,10} + g_{13,00} - g_{01,30}) \\
 & - g_{02}^{20}g_{00,2} - g_{02}^{21}(g_{01,2} + g_{21,0} - g_{02,1}) - g_{02}^{22}g_{22,0} - g_{02}^{23}(g_{03,2} + g_{23,0} - g_{02,3}) \\
 & - g^{20}g_{00,20} - g^{21}(g_{01,20} + g_{21,00} - g_{02,10}) - g^{22}g_{22,00} - g^{23}(g_{03,20} + g_{23,00} - g_{02,30}) \\
 & - g_{03}^{30}g_{00,3} - g_{03}^{31}(g_{01,3} + g_{31,0} - g_{03,1}) - g_{03}^{32}(g_{02,3} + g_{32,0} - g_{03,2}) - g_{03}^{33}g_{33,0} \\
 & - g^{30}g_{00,30} - g^{31}(g_{01,30} + g_{31,00} - g_{03,10}) - g^{32}(g_{02,30} + g_{32,00} - g_{03,20}) - g^{33}g_{33,00} \\
 & + (g^{00}g_{00,0} - g^{01}g_{00,1} - g^{02}g_{00,2} - g^{03}g_{00,3}) \times \\
 & [g^{10}(2g_{10,1} - g_{11,0}) + g^{11}g_{11,1} + g^{12}(2g_{12,1} - g_{11,2}) + g^{13}(2g_{13,1} - g_{11,3}) \\
 & + g^{20}(g_{10,2} + g_{20,1} - g_{12,0}) + g^{21}g_{11,2} + g^{22}g_{22,1} + g^{23}(g_{13,2} + g_{23,1}) \\
 & + g^{30}(g_{10,3} + g_{30,1} - g_{13,0}) + g^{31}g_{11,3} + g^{32}(g_{12,3} + g_{23,1} - g_{13,2}) + g^{33}g_{33,1}]
 \end{aligned}$$

KTH.se On computational complexity of Einstein's equations

10:38 / 59:52

# 1. Extreme complexity of Einstein's equations

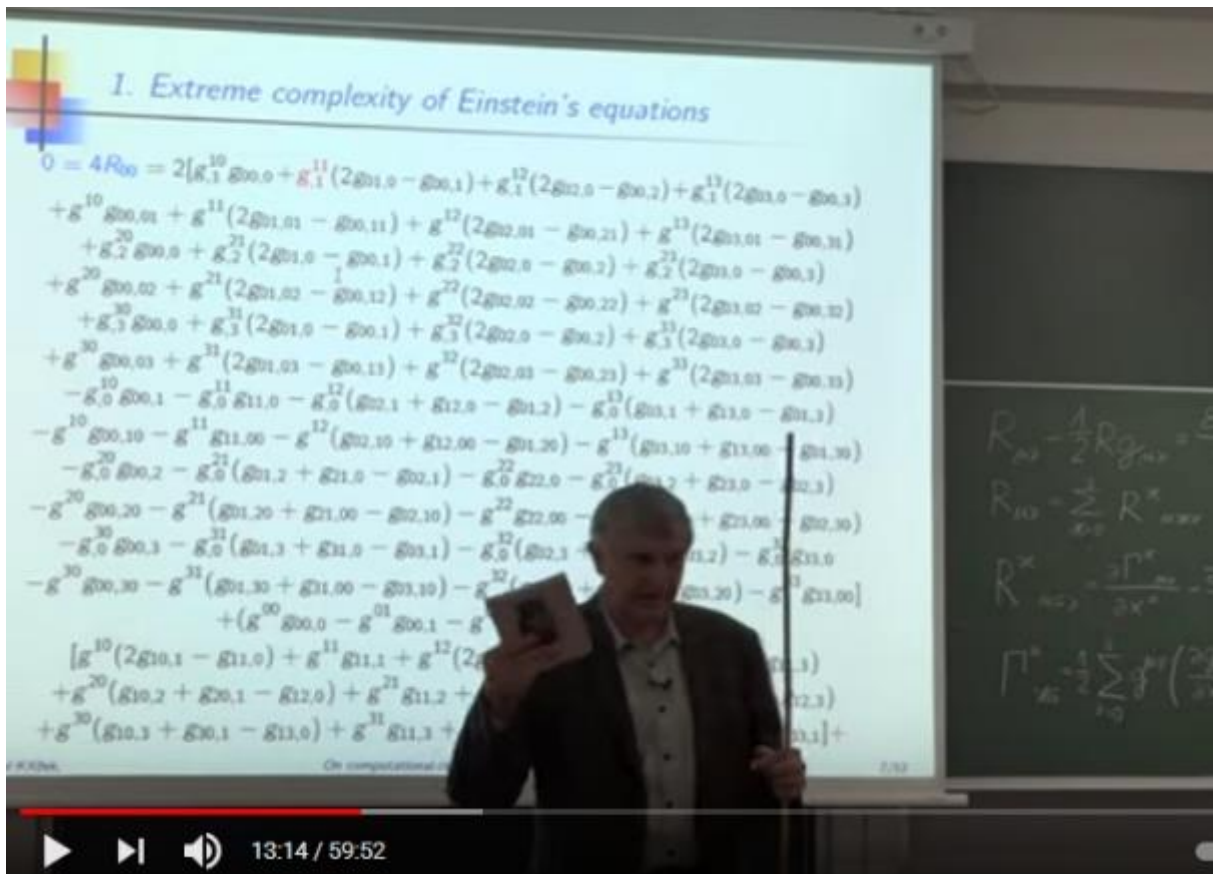
However, we have to evaluate also the first derivatives of  $g^{\mu\nu}$ , e.g.,

$$\begin{aligned}
 g_{11}^{11} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left( \frac{g_{11}^*}{\det(g_{\mu\nu})} \right) \\
 &= \left( \frac{g_{00}g_{22}g_{33} + 2g_{02}g_{03}g_{23} - g_{00}(g_{02})^2 - g_{22}(g_{03})^2 - g_{33}(g_{02})^2}{\det(g_{\mu\nu})} \right)_{,1} \\
 &= \left[ (g_{00,1}g_{22}g_{33} + 2g_{02,1}g_{03}g_{23} - g_{00,1}(g_{02})^2 - g_{22,1}(g_{03})^2 - g_{33,1}(g_{02})^2 \right. \\
 & + g_{00}g_{22,1}g_{33} + 2g_{02}g_{03,1}g_{23} + g_{00}g_{22}g_{33,1} - 2g_{02}g_{03}g_{23,1} - 2g_{00}g_{23,1} \\
 & - 2g_{22}g_{03,1} - 2g_{33}g_{02,1}) \times \det(g_{\mu\nu}) - (g_{00}g_{22}g_{33} + 2g_{02}g_{03}g_{23} \\
 & - g_{22}(g_{03})^2 - g_{33}(g_{02})^2) \times \sum_{\pi \in S_3} (-1)^{\text{sgn } \pi} (g_{0\pi_1,1}g_{1\pi_2,2}g_{2\pi_3,3} + g_{0\pi_1,2}g_{1\pi_2,3}g_{2\pi_3,1} \\
 & + g_{0\pi_1,3}g_{1\pi_2,1}g_{2\pi_3,2} + g_{0\pi_1,1}g_{1\pi_2,2}g_{2\pi_3,3} + g_{0\pi_1,2}g_{1\pi_2,3}g_{2\pi_3,1} + g_{0\pi_1,3}g_{1\pi_2,1}g_{2\pi_3,2}) \left. \right] / (\det(g_{\mu\nu}))^2
 \end{aligned}$$

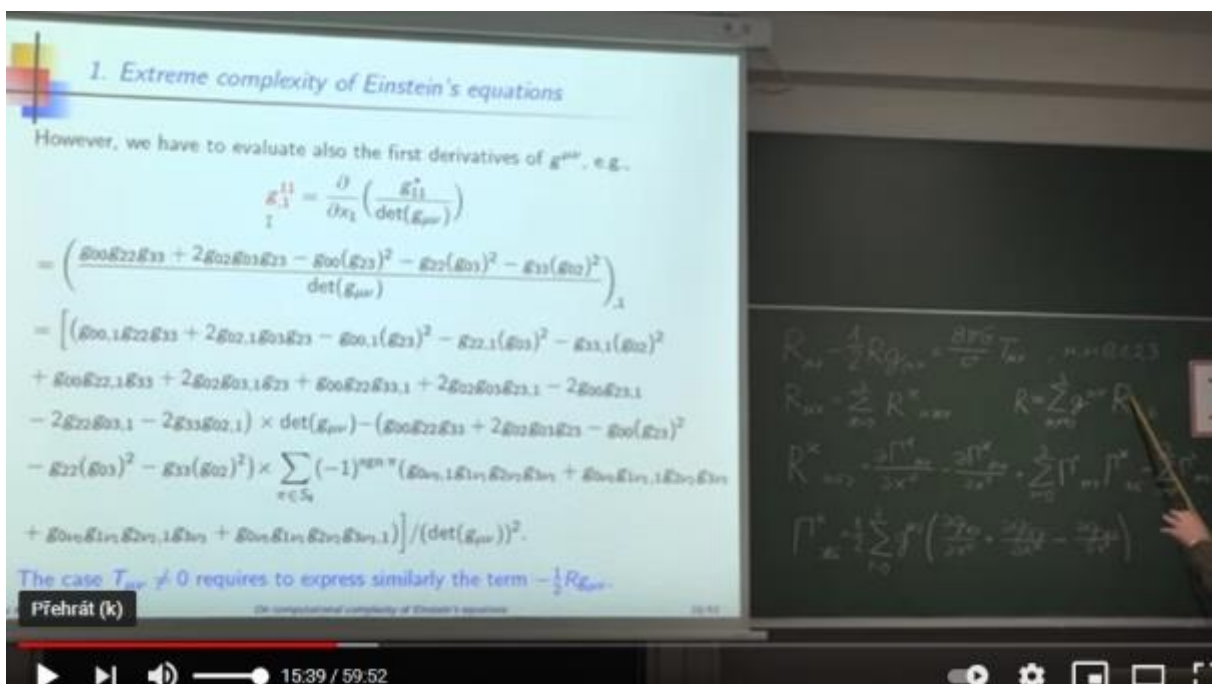
The case  $T_{\mu\nu} \neq 0$  requires to express similarly the terms

KTH.se On computational complexity of Einstein's equations

12:29 / 59:52



Kompletní Einsteinovo řešení OTR se vejde na 100 stran do jedné komponenty a těch komponent je deset, čili knížka o 1000 stranách. Tak to řešení, myslím, v reálné praxi nikdo nikdy nepoužil na konkrétní bádání, konkrétní „relativistické situace“...uplatňuje se metoda konečných diferencí, lineární kombinace funkčních hodnot ..., ve čtyřrozměrném prostoru jsme a tak tu umíme n na 4 uzlových bodů...prvních derivací 40, druhých derivací je 100, obrovský systém parciálních derivací



### 1. Extreme complexity of Einstein's equations

For the simplest application of the FDM one has to establish a four-dimensional uniform space-time mesh, e.g., with  $N^4$  mesh points  $(x_i^0, x_j^1, x_k^2, x_l^3)$  for  $i, j, k, l = 1, 2, \dots, N$ . Then the 10 functions  $g_{\mu\nu}(x^0, x^1, x^2, x^3)$ , their  $40 = 10 \times 4$  first derivatives and about  $100 = 10 \times (1 + 2 + 3 + 4)$  second derivatives have to be replaced by finite differences at all mesh points. E.g., the following second derivative is approximated by the standard central difference as

$$g_{00,11}(x_i^0, x_j^1, x_k^2, x_l^3) \approx \frac{g_{00}(x_i^0, x_j^1 + h, x_k^2, x_l^3) - 2g_{00}(x_i^0, x_j^1, x_k^2, x_l^3) + g_{00}(x_i^0, x_j^1 - h, x_k^2, x_l^3)}{h^2}$$

where  $h = N^{-1}$  is the discretization parameter. The above described huge system of nonlinear partial differential equations would be then replaced by  $N^4$  times larger system of nonlinear algebraic equations for approximate values of the metric tensor at all mesh points. For instance, if  $N \approx 100$  then we have to solve approximately  $10 \times 100^4 = 10^9$  of extremely complicated nonlinear equations.

Michal Krížek On computational complexity of Einstein's equations 11/52

### 1. Extreme complexity of Einstein's equations

For the simplest application of the FDM one has to establish a four-dimensional uniform space-time mesh, e.g., with  $N^4$  mesh points  $(x_i^0, x_j^1, x_k^2, x_l^3)$  for  $i, j, k, l = 1, 2, \dots, N$ . Then the 10 functions  $g_{\mu\nu}(x^0, x^1, x^2, x^3)$ , their  $40 = 10 \times 4$  first derivatives and about  $100 = 10 \times (1 + 2 + 3 + 4)$  second derivatives have to be replaced by finite differences at all mesh points. E.g., the following second derivative is approximated by the standard central difference as

$$g_{00,11}(x_i^0, x_j^1, x_k^2, x_l^3) \approx \frac{g_{00}(x_i^0, x_j^1 + h, x_k^2, x_l^3) - 2g_{00}(x_i^0, x_j^1, x_k^2, x_l^3) + g_{00}(x_i^0, x_j^1 - h, x_k^2, x_l^3)}{h^2}$$

where  $h = N^{-1}$  is the discretization parameter. The above described huge system of nonlinear partial differential equations would be then replaced by  $N^4$  times larger system of nonlinear algebraic equations for approximate values of the metric tensor at all mesh points. For instance, if  $N \approx 100$  then we have to solve approximately  $10 \times 100^4 = 10^9$  of extremely complicated nonlinear equations.

Michal Krížek On computational complexity of Einstein's equations 11/52

Přehrát (k)

19:49 / 59:52

Jeden bilion komplikovaných lineárních rovnic, řekl Krížek v čase 19:49-20:06; narovnal bych sto sborníků této ( ležící na stole ) knížky, řekl 20:50h, a to by byla knížka tlustá od země až k družici ... a to by byla soustava algebraických rovnic...  
 ...21:20h nepředstavitelná složitost rovnic nám zabraňuje posoudit, říká Krížek, jestli popisují dobře Einsteinovy rovnice realitu nebo ne. Současnými prostředky je to netestovatelné 21:34h

1. Extreme complexity of Einstein's equations

Physical reality  $\xleftrightarrow{e_0}$  Mathematical model  $\xleftrightarrow{e_1}$  Discrete model  $\xleftrightarrow{e_2}$  Numerical results

General computational scheme

- $e_0$  — modeling error
- $e_1$  — discretization error
- $e_2$  — rounding and iteration errors
- $e_3 = e_0 + e_1 + e_2$  — total error

Objective facts for the  $n$ -body problem are:  
 Newton:  $e_1, e_2, e_3$  are very small for short time intervals, i.e.,  
 $|e_0| \leq |e_1| + |e_2| + |e_3|$

24:52

Řešení se provádí pomocí zaokrouhlovacích chyb.  $e_3$  je celková chyba  $e_3 = e_0 + e_1 + e_2$ , což je tzv. čtyřúhelníková nerovnost...; analytický řešení OTR není známo, ale numerický řešení přes derivace se používá a tak se dostáváme k realitě.

1. Extreme complexity of Einstein's equations

Physical reality  $\xleftrightarrow{e_0}$  Mathematical model  $\xleftrightarrow{e_1}$  Discrete model  $\xleftrightarrow{e_2}$  Numerical results

General computational scheme

- $e_0$  — modeling error
- $e_1$  — discretization error
- $e_2$  — rounding and iteration errors
- $e_3 = e_0 + e_1 + e_2$  — total error

Objective facts for the  $n$ -body problem are:  
 Newton:  $e_1, e_2, e_3$  are very small for short time intervals, i.e.,  
 $|e_0| \leq |e_1| + |e_2| + |e_3|$   
 Einstein:  $e_0 = ???, e_1 = ???, e_2 = ???$ .

Remark. The well-known relativistic tests: bending of light, Mercury's perihelion shift, gravitational redshift, detection of GW, etc., do not prove that Einstein's equations describe reality well!!!

25:12 / 59:52

a Einsteinovy rovnice ?,... no ani nááhodou, nespočtete vůbec nic, řekl Křížek v 25:14h  
 Nejjednodušší řešení Einsteinových rovnic je Schwarzschildových řešení 25:33h →

**2. Nondifferentiability of the composite Schwarzschild metric**

Einstein himself did not believe that somebody will ever find a solution of his field equations. However, already on December 22, 1915, Karl Schwarzschild wrote to Albert Einstein that he has found a solution (at present called the *exterior Schwarzschild metric*)

$$g_{\mu\nu} = \text{diag}\left(-\frac{r-S}{r}, \frac{r}{r-S}, r^2 \sin^2 \theta, r^2\right),$$

$g_{\mu\nu} = 0$  for  $\mu \neq \nu$ , where  $(r, \varphi, \theta)$  are the standard spherical coordinates,  $r > S$ ,  $\varphi \in [0, 2\pi)$ ,  $\theta \in [0, \pi]$ , the coordinates  $x^\mu$  fulfill

$$x^0 = ct, \quad x^1 = r \sin \theta \cos \varphi, \quad x^2 = r \sin \theta \sin \varphi, \quad x^3 = r \cos \theta,$$

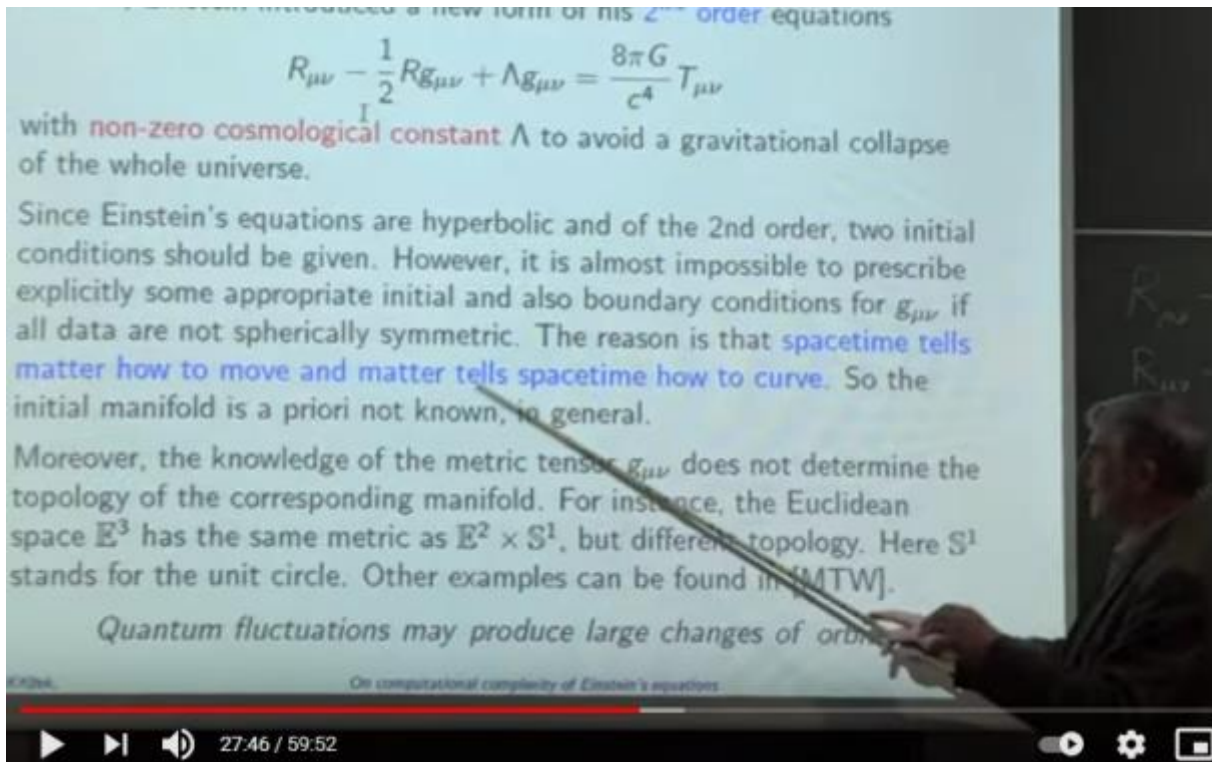
$t$  is a time coordinate, and  $S$  is given below. Schwarzschild assumed the gravitational field 1) is static, 2) spherically symmetric, 3) the spacetime is empty, and 4) the spacetime is asymptotically flat. For a fixed nonrotating ball in vacuum with mass  $M > 0$  and with a spherically symmetric mass distribution we set

$$S = \frac{2MG}{c^2} \quad (\text{Schwarzschild gravitation radius})$$

25:33 / 59:52

..a ještě jednodušší je Minkowského metrika (diagonální matice)  $g_{\nu\mu}$  .tenzor.., Nejjednodušší řešení Einsteinových rovnic je Minkowského metrika.

Einsteinovy rovnice jsou hyperbolický ( jsou tam druhé derivace podle času ) a musíte zadat dvě počáteční podmínky . Kde si je naberete ? 27:37h, no, musejí být zvoleny tak, aby *prostorčas řekl hmotě jak se má pohybovat a hmota aby řekla prostorochasu jak se má zakřivovat*



=Až vám někdo bude vykládat že Einsteinovy rovnice jsou nejlepším popisem jaký známe, tak mu řekněte ať to dokáže nebo předvede přesnou citací , když to nedoloží citací, tak jsou to jakýsi pohádky..., řekl Křížek

=Divák se tu ptá : ..takže Einsteinovy rovnice jsou vlastně nepoužitelný (?), spočítat se nedá podle nich nic 29:00 – 29:50h, Křížek souhlasí ...

=Einstein své rovnice linearizoval, tedy gravitační vlny do roviny...

Tadle rovnice (\*)  $R_{\mu,\nu} - 1/2Rg_{\mu,\nu} = (8\pi G/c^4) T_{\mu,\nu}$  nepopisuje gravitační vlny (...) 34:10h

=Divák se hádá s Křížkem o linearizaci nelineárních rovnic...

=Divák : proč nám tedy přišel Einstein s tak složitou rovnicí ? ( 1000 km dlouhá rovnice )

když se stejně nedá použít ... a Křížek 39:18h reaguje : **no to ne, ale přišel s ideou, že hmota zakřivuje prostoročas a s tím já souhlasím...**

= Křížek : Když použiješ E.rovnice na celý vesmír dostaneš Friedmanovu rovnici, singularitu velkého třesku...

=Einstein své rovnice uhlodl na základě principu ekvivalence a Machova principu...

=Astronomický tabulky předpovědí poloh planet se počítají z Newtonovské mechaniky...

=Křížek : 45:01h Nejlepší současná teorie gravitace je Newton ( a rovnice Newtona, to je parabola )

=Červený gravitační posuv dneska se vůbec nebere v potaz. Gr.vlny..., na to oni používali aproximace ...gr. rudý posuv černý díry je „z“ = nekonečno ale „oni“ k výpočtům gr. vln používají za „z“ = nula, což je velký rozdíl, že (?)...

=Newton má své chyby, nezakřivuje prostor a rychlost světla není konečná ...Newtonovská mechanika má euklidovský prostor a Minkowského metrika má také euklidovský prostor...

=Křížek : zatím neexistuje ani jeden test, který by potvrdil platnost týdletý rovnice 52:26h Nemůžeme tvrdit že E.rovnice jsou nejlepší aproximací reality

=Divák : z měření Ia se došlo k tomu, že časoprostor je plochý a tak se nám ty E. rovnice jaksi „zjednoduší“ a pak tu máme ještě „lambda“, jenže lambda se té jedničce jen blíží, takže není ten časoprostor ( **ve věku Vesmíru 13,8 miliardy let od Třesku** ) stoprocentně plochý, ale lokálně je ; 55:30h....

=Euklidovský prostor má nekonečný objem ...; konečná rychlost světla byla postulovaná nikoliv zjištěna...

=Mezi fyzikálníma konstantama a matematickýma jsou velký rozdíly...musí tam být rozměrové konstanty (!) aby to sedělo 58:45h, a Křížek na to : „tojo, to jo“ rozměrové konstanty seděj...tydlety konstanty jsou tam čistě proto, aby to rozměrově sedělo 59:28h

.....  
Nad-inteligenti a demokraté mi znemožnili svým „ban“ přístup do „jejich“ svobodného klubu „fyzika“ a tak to dávám sem. **Takže jsem si udělal pár poznámek ( přepis řeči diváků a Křížka ) z té přednášky Křížka <https://www.youtube.com/watch?v=y0SzkBWTYaq> a sem dám pár svých názorů →**

= ...jeden bilion komplikovaných lineárních rovnic řekl Křížek v čase 19:49-20:06 narovnal bych sto sborníků této knížky 20:50h, a to by byla knížka tlustá od země až k družici ...a to by byla soustava algebraických rovnic...

=...21:20h nepředstavitelná složitost rovnic nám zabraňuje posoudit, říká Křížek, jestli popisují dobře Einsteinovy rovnice realitu nebo ne. Současnými prostředky je to netestovatelné 21:34h

=...řešení se provádí pomocí zaokrouhlovacích chyb.  $e_3$  je celková chyba  $e_3 = e_0 + e_1 + e_2$  což je tzv. čtyřúhelníková nerovnost...analytický řešení OTR není známo, ale jen numerický řešení přes derivace se používá, a tak se dostáváme k realitě...

=... a Einsteinovy rovnice ?, no ani náhodou, nespočtete vůbec nic, říká Křížek v 25:14h Nejjednodušší řešení Einsteinových rovnic je Schwarzschildových řešení 25:33h...

=Až vám někdo bude vykládat že Einsteinovy rovnice jsou nejlepším popisem jaký známe, tak mu řekněte ať to dokáže nebo předvede přesnou citací , když to nedoloží citací, tak jsou to jakýsi pohádky...<br>

= ...a ještě jednodušší je Minkowského metrika (diagonální matice)  $g_{\nu\mu}$  tenzor Nejjednodušší řešení Einsteinových rovnic je Minkowského metrika...

=... Einsteinovy rovnice jsou hyperbolický ( jsou tam druhé derivace podle času ) a musíte zadat dvě počáteční podmínky . Kde si je naberete ? 27:37h, no, musejí být **zvoleny** tak, aby *prostorčas řekl hmotě jak se má pohybovat a hmota aby řekla prostorochasu jak se má zakřivovat*

=Až vám někdo bude vykládat že Einsteinovy rovnice jsou nejlepším popisem jaký známe, tak mu řekněte ať to dokáže nebo předvede přesnou citací , když to nedoloží citací, tak jsou to jakýsi pohádky..., řekl Křížek

=Divák se ptá : ..takže Einsteinovy rovnice jsou vlastně nepoužitelný (?), spočítat se nedá podle nich nic 29:00 – 29:50h, Křížek souhlasí ...

=Einstein své rovnice linearizoval, tedy gravitační vlny do roviny...

Tadle rovnice (\*)  $\mathbf{R}(\mathbf{m}, \mathbf{n}) - 1/2\mathbf{R}g(\mathbf{m}, \mathbf{n}) = (8\pi G/c^4) \mathbf{T}(\mathbf{m}, \mathbf{n})$  nepopisuje gravitační vlny (...) 34:10h <br>

=divák se hádá s Křížkem o linearizaci nelineárních rovnic...

=Divák : proč nám tedy přišel Einstein s tak složitou rovnicí ( 1000 km dlouhá rovnice ) když se stejně nedá použít ...a Křížek 39:18h reaguje : no, on ale přišel s ideou, že hmota zakřivuje prostorčas a s tím já souhlasím...

= Křížek : Když použiješ E.rovnice na celý vesmír dostaneš Friedmanovu rovnici, singularitu



velkého třesku...

=Einstein své rovnice uhodl na základě principu ekvivalence a Machova principu...

=Astronomický tabulky předpovědí poloh planet se počítají z Newtonovské mechaniky...

=Křížek : 45:01h Nejlepší současná teorie gravitace je Newton ( a rovnice Newtona, to je parabola )

=Červený gravitační posuv dneska se vůbec nebere v potaz. Gr.vlny na to oni používali aproximace ...gr. rudý posuv černý díry je „z“ = nekonečno ale „oni“ k výpočtům gr. vln používají za  $z = 0$  , což je velký rozdíl, že (?)...

=Newton má své chyby, nezakřivuje prostor a rychlost světla není konečná ...Newtonovská mechanika má euklidovský prostor a Minkovského metrika má také euklidovský prostor...

=Křížek : zatím neexistuje ani jeden test, který by potvrdil platnost týdletý rovnice 52:26h

= Nemůžeme tvrdit že E.rovnice jsou nejlepší aproximací reality

=Divák : z měření Ia se došlo k tomu, že časoprostor je plochý a tak se nám ty E. rovnice jaksi „zjednoduší“ a pak tu máme ještě „lambda“ , jenže lambda se té jedničce jen blíží, takže není ten časoprostor stoprocentně plochý, ale lokálně je ; 55:30h....

=Euklidovský prostor má nekonečný objem ...; rychlost světla byla postulovaná nikoliv přesně naměřená...

=divák : Mezi fyzikálníma konstantama a matematickýma jsou velký rozdíly...musí tam být rozměrový konstanty (!) aby to sedělo 58:45h, a Křížek na to : „tojo, to jo“ rozměrový konstanty seděj...**tydlety konstanty jsou tam čistě proto, aby to rozměrově sedělo 59:28h...**

### Diskuse na OKOUNU deddek

Jóó, to sou věci. Kdysi na Mageu a na začátku debat OKOUNA jsme se bavili snad lépe. Smyslupnějc, ( než přišli grázlové s ponižováním a urážením ) než tito“ Křížkovci“. - - Jen několik osobních připomínek k této přednášce : byl tu grázl, Hacker\_ , který mě stále plival své nechutné urážky jak HDV je patafyzika proto a jen proto, že neumí nic spočítat...a...a jak z přednášky Křížka vidno, tak ani ta slavná OTR Einsteinova neumí nic spočítat a nic se podle ní nepočítá...jediný přínos – když se nic nepočítá – je ten, že E. přišel na to že hmota ( rozložení hmoty ) zakřivuje prostoročas, a naopak... , ale na to sem já přišel také, navíc jsem zpřesnil jeho filozofii: křivením čp Vesmír vyrábí-realizuje hmotu . Předložil jsem k tomu sto papírů návrhů jak stavět interakční rovnice ze „vzorečků-vlnobalíčků “ .

<http://www.hypothesis-of-universe.com/index.php?nav=e> Je tu předveden unikátní systém, kde stávající balík interakcí pomocí jazyka stovek písmenek já převedl – pretransformoval do jiné řeči dvou písmenek „x“ – délka, „t“ – čas .

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_310.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_310.jpg) Nic sem nového nevymýšlel, jen jsem postavil novou zápisovou techniku, která ukazuje, že je možné postavit vesmír – hmotu jen ze dvou veličin.

A druhá poznámka : i na této „schůzi kosmologů “ 14.12.2020 KS ČAS padla zmínka o „konstantách“, jestli si toho někdo ze zdejších „vědců okounovských“ všimnul, že...že prý tu jsou ( ty konstanty ) proto, aby řešily rozměrovou rovnováhu, ( čili je to ta „bulharská“ konstanta, která má spasit OTR rozměrově ), že prý jsou tu **čistě** jen na to (ty konstanty), aby „to“ rozměrově sedělo, řekl Křížek. - - A tady se vyslovila přesně ta pravda, za kterou jsem byl pliván sedmičkou trpajzlíků, že kdyby Einstein neopisoval od Newtona „G-konstantu s rozměry“, už on mohl na to přijít, že mu nesedí R O Z M Ě R O V Ě jeho rovnice a... a přemýšlel by o HDV, tj. o dvouveličinovým vesmíru .

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_090.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_090.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_089.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_089.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_364.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_364.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_375.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_375.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_355.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_355.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_354.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_354.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_350.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_350.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_343.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_343.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_331.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_331.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_325.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_325.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_323.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_323.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_308.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_308.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_195.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_195.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_114.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_114.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_107.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_107.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_097.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_097.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_075.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_075.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_058.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_058.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_056.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_056.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_055.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_055.jpg)

<https://www.youtube.com/watch?v=y0SzkBWTYaq>

### Diskuse na OKOUNU

#### deddek

**Ad 01)** 21:20h ..nepředstavitelná složitost rovnic nám zabraňuje posoudit, říká Křížek, jestli vůbec popisují dobře Einsteinovy rovnice realitu nebo ne. Současnými prostředky je to netestovatelné 21:34h. ... a Einsteinovy rovnice ?, no ani nááhodou, nespočtete vůbec nic, říká Křížek v 25:14h ...

**Ad 02)** Divák se ptá : proč nám tedy přišel Einstein s tak složitou rovnicí ? ( 1000 km dlouhá rovnice ) když se stejně nedá použít ... a Křížek 39:18h reaguje : no, On ale přišel s ideou, že hmota zakřivuje prostoročas a s tím já souhlasím..., obhájil Křížek nespočítatelnou rovnicí Einsteinovu, časoprostor = hmota, podle které se zatím 100 let nic nepočítalo ...

Nejjednodušší řešení Einsteinových rovnic je Schwarzschildových řešení 25:33h, a Minkowského metrika, říká Křížek Hotovo..., a máme vyjasněno k čemuže máme OTR, víc se neptejte.

**Ad 03)** Nejzajímavější řeč, výrok byl-zazněl v samém závěru : Gravitační konstantu tu máme čistě jen na to, aby „to“ rozměrově sedělo, řekl Křížek. Přemýšlejte o tom !! to je podvod na základním principu, néé ? ( podobně se vyjádřil i prof. Kulháněk ve svých skriptech na Aldebaranu )

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_311.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_311.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_096.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_096.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_107.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_107.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_199.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_199.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_308.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_308.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_331.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_331.jpg)

Zdalipak tu někdo ví kdo byl první co vymyslel-vynalezl gravitační konstantu ?.., a kdo byl ten (první), co G-konstantě dal-přidělil rozměry ?, proč ? A proč na to nepřišel už Einstein, že ...citují Prof. Křížka : “ *tydlety konstanty jsou tam čistě jen proto, aby „to“ rozměrově sedělo* 59:28h...

.....

Diskuse na OKOUNU

arnost Snad zas nechci tak [moks](#)

[30.prosince 2020 9:59:07](#)

na topologii lze pohlížet kupříkladu z hlediska analýzy, nebo z hlediska algebry. To jsou často rozdílné pohledy vedoucí k jinému způsobu zacházení se zkoumaným.

Často už jen způsob znacení je jistým paradigmatem. Jak by třeba vypadala OTR bez tenzoru?

Reakce na [zimous, 30.12 2020 9:52](#) | [Vlákno](#)

.....

**deddek** opoziční myšlení má smysl [Kosmologie, astrofyzika, HDV](#) 12.ledna 2021 8:29:58  
citace Arnošta

arnost Snad zas nechci tak moks 30.prosince 2020 9:59:07

*Jak by měla vypadat OTR bez tenzoru?*

Kdyby měl odpovědět prof. Křížek, tak by řekl, viz co řekl před tabulí :

OTR se v celé své „kráse“ ještě nikdy za 100 let nepoužila, je to 1000 km dlopuhá rovnice, čili je na...naho\*no. Nejjednodušší řešení Einsteinových rovnic je Schwarzschildových řešení a ještě jednodušší je Minkowského metrika

Já za sebe položím jinou otázku než Arnošt : Jak by vypadala OTR bez gravitační konstanty ???? Kdo to ví ať zvedne ruku. ( Já to vím ! )

.....

$R_{\{\mu \nu\}} = 0 \dots R_{\mu\nu} = 0$

Na pravé straně  $T_{\mu\nu}$  je tenzor energie a hybnosti. Všechny tenzory jsou zapsány v abstraktním indexovém zápisu.<sup>[34]</sup> Porovnáním předpovědi teorie s pozorovanými výsledky pro [oběžnou dráhu planet](#) nebo rovnocenně s tím, že slabá gravitace, nízkorychlostní limit je newtonovská mechanika, konstanta úměrnosti může být stanovena jako  $\kappa = 8\pi G/c^4$ , kde  $G$  je [gravitační konstanta](#) a  $c$  je rychlost světla.<sup>[35]</sup> Když nepůsobí žádná hmota, tak zmizí tenzor energie a hybnosti, a výsledkem jsou Einsteinovy rovnice pro vakuum.

$$R_{\mu\nu} = 0.$$

**deddek**

Na pravé straně  $T_{\mu\nu}$  je tenzor energie a hybnosti. Všechny tenzory jsou zapsány v abstraktním indexovém zápisu.<sup>[34]</sup> Porovnáním předpovědi teorie s pozorovanými výsledky pro [oběžnou dráhu planet](#) nebo rovnocenně s tím, že slabá gravitace, nízkorychlostní limit je newtonovská mechanika, konstanta úměrnosti může být stanovena jako  $\kappa = 8\pi G/c^4$ , kde  $G$  je [gravitační konstanta](#) a  $c$  je rychlost světla.<sup>[35]</sup> Když nepůsobí žádná hmota, tak zmizí tenzor energie a hybnosti, a výsledkem jsou Einsteinovy rovnice pro vakuum,  $R_{\mu\nu} = 0 \rightarrow$  Ricciho tenzor křivosti

Vypadala by jako vakuové řešení:  $R_{\{\mu \nu\}} = 0$ . I když bych se skoro vsadil, že tohle jste nemyslel ani omylem.

No dobrá, skoupý to bylo poprvé ( proto sem se zeptal na Váš názor, ten googlovský sem pochopitelně věděl, ten Vás ne ) a skoupý jste i podruhé. Musím říci, že jste neměl a nemáte pravdu, ne-ne, že když já v té „nóbl učesané základní rovnici“ OTR vypustím konstantu G ( pro fyziky je to G-číslo+rozměr, pro mě je jen G-číslo ) , tak že nezbude z ní nic, jen  $R_{\{\mu \nu\}} = 0$  . Omyl. Pro Vás tedy ukáži co se dá v gooogole najít, když se vypustí konstanta G a nahradí se jen číslem. Podruhý : si myslím, že ta „Vaše“ rovnice  $R_{\{\mu \nu\}} = 0$ ., rovnice pro vakuum, nastane nikoliv když vypustím G, ale když nebude ( v nějaké vybrané lokalitě ) působit žádná hmota, že tím zmizí tenzor energie a hybnosti a tím dostanu „rovnici pro vakuum“ a né tak jak říkáte, že když vypustím G. Čili původní otázka byla „jak by vypadala ta „slavná“ rovnice OTR bez gravitační konstanty a s nenulovým tenzorem energie-hybnost ?! Čili jste odpověděl špatně, a to jsem nečekal ‘ani omylem’.

Už famózní a fenomenální M. Petrásek v r. 2004 vyráběl do OTR spekulace kdy napsal do své diplomové práce  $G = 1 ; c = 1$  a vyráběl „modely“ Kerr-de Sitter Space-times a vyráběl tím „modely zakřivených prostoročasů“, nikoliv podle Vás ploché vakuum.



$$G_{ik} = K \cdot T_{ik}$$

$$G_{ik} \equiv R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ik} .$$

objekt popisující geometrii  
prostoročasu

=

objekt popisující distribuci hmoty  
a energie

Když Einstein přemýšlel nad ekvivalenci hmoty (m - kg) a energie (E - kg \* m<sup>2</sup> \* s<sup>-2</sup>) tak mu tam lítalo m<sup>2</sup> \* s<sup>-2</sup>. Tak tam "prdnul" konstantu c<sup>2</sup> a používá se to dodnes... S tou gravitační konstantou to máš stejný, prostě "gravitační síla je **přímo úměrná** - je tam nějaká konstanta a aby rovnice rozměrově seděla, tak má svoje rozměry m<sup>3</sup> \* kg<sup>-1</sup> \* s<sup>-2</sup>

Sympatická je tu snaha, ale jen ta snaha, to co říkáš, už vůůůbec pravda není ; m.c<sup>2</sup> vůbec nemá nic s gravitací společného, respektive s tím jak „napravovat“ rozměrovou nerovnováhu v jiné rovnici , rovnici ekvivalence : F(a) = F(g) .., kam pak Einstein „prdnul“ konstantu néé c<sup>2</sup> ,ale tu „G-rozměrovku“, kterou opsal od Newtona, viz slova prof. M.Křížka, že „**Nejjednodušší řešení Einsteinových rovnic je Schwarzschildových řešení a ještě jednodušší je Minkowského metrika**“ a **kde ona supersložitá metrika OTR na 1000 km dlouhou rovnici přejde při malých gravitačních polích do Newtonské mechaniky** - a tam dodal-vsunul Newton tu G-rozměrovku a nikdo ne nepozastavil nad tím, že je to „švindl na principu“..., že rovnice  $m \cdot a = M \cdot m / x^2$  **nutně vedou** k tomu, že hmota „m“ je – musí být – sestrojena-postavena ze samotného časoprostoru jeho křivením do vlnobalíčku : vesmír je dvouleličinový...; Pro postavení veškeré ( !!! ) baryonní hmoty ( od vodíku až po DNA ) postačí dva kvarky a jeden elektron. ! Aspoň máš tu snahu, jsou tu však ti, co mají jen „spektakulární“ **okázalý** kindy, a do vědy smysluplného nic.

je prostoročas. Rozložení hmoty je popsáno tenzorem energie-hybnosti  $T_{\mu\nu}$ , což je čtyřrozměrná obdoba tenzoru napětí známého z mechaniky kontinua nebo z teorie elektromagnetismu. Einstein proto hledal vztah mezi Riemannovým tenzorem popisujícím geometrii prostoročasu a mezi tenzorem energie-hybnosti. Einstein nakonec postuloval rovnice

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R g_{\mu\nu} = -8\pi T_{\mu\nu}, \quad (17)$$

kde  $R_{\mu\nu}$  je *Ricciho tenzor* a  $R$  *skalární křivost*. Obě veličiny vznikají postupným úžetím Riemannova tenzoru:

$$R_{\mu\nu} = R^{\alpha}_{\mu\alpha\nu}, \quad R = g^{\mu\nu} R_{\mu\nu}$$

Rovnice (17) se nazývají *Einsteinovy rovnice* gravitačního pole a patří k nejpozoruhodnějším vztahům ve fyzice. Dávají do souvisu geometrii prostoročasu a rozložení hmoty, ale zároveň představují pohybové rovnice hmoty. Z Einsteinových rovnic totiž plyne důležitý vztah

$$\nabla^{\mu} T_{\mu\nu} = 0, \quad (18)$$

vyjadřující zákon zachování čtyřhybnosti. Tato relace je mnohdy tak omezující, že z ní plynou pohybové rovnice. Například pro

.....

Tím dostáváme  $G_{ik}$ , čili tzv. **Einsteinův tenzor** ve tvaru

$$G_{ik} \equiv R_{ik} - \frac{1}{2}g_{ik} R = k \cdot T_{ik}. \quad (2.311)$$

Konstantu  $k$  snadno určíme z požadavku aby pro slabá pole přešly obecné rovnice v Newtonův gravitační zákon.