

6. Téma

Relatívnosť súčasnosti a princíp kauzality v špeciálnej teórii relativity. Súvislosť s existenciou rýchlostnej medze pre prenos látkových objektov, interakcie a informácie.

Uvažujme dve rôzne bodové udalosti A a B odohrávajúce sa v inerciálnom systéme v bodoch na osi $X \equiv X'$. Majme 2 pozorovateľov v sústavách S a S' (vyhovujúce bla bla bla...č.2), ktorý merajú rovnakými meradlami dĺžkami a času, synchronizované so sústavou, v ktorej sa používajú. Vo všeobecnosti namerajú rôzne údaje:

$$\begin{aligned} S : A &\equiv [x_A, t_A], B \equiv [x_B, t_B], \\ S' : A &\equiv [x'_A, t'_A], B \equiv [x'_B, t'_B]. \end{aligned}$$

Podľa Lorentzovej transformácie musia, podobne ako v prípade dilatácie času, časové údaje namerané v sústave S' spĺňať rovnosti:

$$t'_A = \gamma \left(t_A - \frac{v}{c^2} x_A \right), t'_B = \gamma \left(t_B - \frac{v}{c^2} x_B \right).$$

Preto časový interval, ktorý uplynie medzi prebehnutím oboch udalostí v sústave S' platí:

$$t'_B - t'_A = \gamma \left[t_B - t_A - \frac{v}{c^2} (x_B - x_A) \right].$$

Ak pozorovateľ v sústave S zistí, že udalosti A a B sú súčasné, t.j. $t_A = t_B$, nemusí to isté zistiť pozorovateľ v sústave S' . Pozorovateľ v sústave S' môže zistiť nasledujúce skutočnosti

1. $t'_B - t'_A = 0 \Leftrightarrow x_A = x_B$. T.j. udalosti A a B súčasné v sústave S aj v sústave S' len vtedy, keď sú v sústave S súmestné. Súčasnosť súmestných udalostí, je absolútna, nezávislá od voľby súradnicovej sústavy.
2. $t'_B - t'_A > 0 \Leftrightarrow x_A > x_B$. T.j. udalosti A a B súčasné pre pozorovateľa v sústave S sú nesúčasné pre pozorovateľa v S' tak, že udalosť A , ktorá sa odohrala na osi X v bode vzdialenejšom od začiatku súradnicovej sústavy ako udalosť B , sa odohrá skôr. Súčasnosť nesúmestných udalostí je relatívna, závislá od voľby súradnicovej sústavy.
3. $t'_B - t'_A < 0 \Leftrightarrow x_A < x_B$. A naopak...

Relatívnosť súčasnosti: Súčasnosť nesúmestných udalostí a teda aj ich časová následnosť sú relatívne. Znamená to, že pojmy *skôr* a *neskôr* sú vzájomne zameniteľné v závislosti od voľby súradnicovej sústavy pozorovateľa.

Princíp kauzality: Kauzálny vzťah medzi dvoma udalosťami znamená existenciu jednoznačného usporiadania týchto udalostí v čase a priestore tak, že jedna podmieňuje druhú. Následok nemôže nastať skôr ako príčina.

Kauzalita vs. relativita: Všeobecná, nutná a postačujúca podmienka, pri splnení ktorej princíp relativnosti súčasnosti nikdy neodporuje princípu kauzality je, aby interakcia medzi dvoma hmotnými objektami prebiehala nanajvyš rýchlosťou svetla vo vákuu c . Veličina c tak nadobúda hlboký fyzikálny význam ako univerzálna konštanta predstavujúca medznú rýchlosť pohybu hmotného telesa alebo medznú signálovú rýchlosť prenosu vzájomného pôsobenia materiálnych objektov, resp. informácie.

Súvislosť s existenciou rýchlostnej medze pre prenos látkových objektov, interakcie a informácie je (podľa mňa) dosť zrejmá, teda že maximálna rýchlosť prenosu informácií je $c = 299792,458 \text{ km/s}$. (A o tom už bolo dosť povedané v predchádzajúcich témach, tak to nebudem kopírovať.)