

LORENTZOVY TRANSFORMACE

Důkaz myšlenkovým pokusem

**Autoři: Rostislav Fukač
Jan Matyáš**

OBSAH

- 1. HISTORICKÝ VÝZNAM LORENTZOVÝCH TRANSFORMACÍ**
- 2. SITUACE 1 (ÚVOD DO LORENTZOVÝCH TRANSFORMACÍ, MYŠLENKOVÝ EXPERIMENT)**
- 3. SITUACE 2 (ROZPOR LORENTZOVÝCH TRANSFORMACÍ V MYŠLENKOVÉM EXPERIMENTU)**
- 4. ZHRNUTÍ A VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ**

Nechť existuje soustava S a S', které se pohybují po ose x. Soustava S se skládá z tělesa T a pozorovatele, soustava S' se skládá z tělesa T' a druhého pozorovatele. Po dobu našeho pokusu jsou naše soustavy inerciální.

SITUACE Z POHLEDU POZOROVATELE ZE SOUSTAVY S

V následující situaci dojde k výbuchu pouze tehdy, když světlo urazí vzdálenost $x+l$ dříve než Těleso T' urazí vzdálenost $x-l$.

t_1 - čas, za který světelný signál urazí vzdálenost x

$$t_1 = \frac{x}{c}$$

t_2 - čas, za který světelný signál urazí vzdálenost l

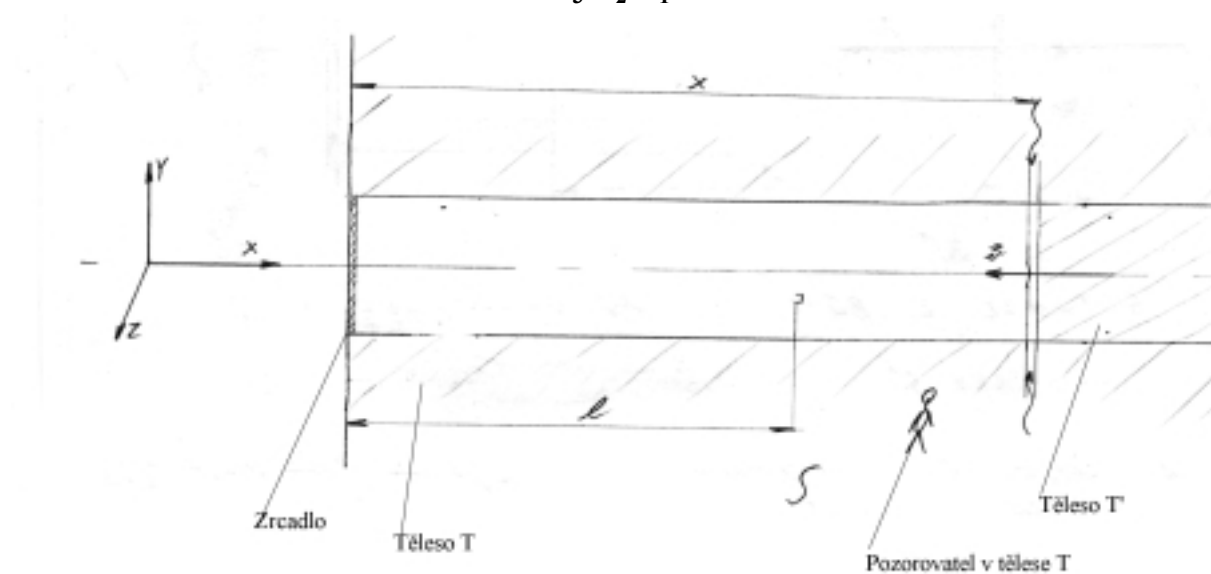
$$t_2 = \frac{l}{c}$$

t_3 - čas za který se těleso T' dostane k fotodiodě

$$t_3 = \frac{x-l}{c}$$

Podmínka, aby se světelný signál nedostal k fotodiodě

$$t_3 < t_2 + t_1$$



Po dosazení vztahů pro t_1, t_2 a t_3 dostáváme vztah: $\frac{x-l}{v} < \frac{x}{c} + \frac{l}{c}$,

po vyjádření v , dostáváme vztah: $v > \frac{c(x-l)}{x+l}$

SITUACE Z POHLEDU POZOROVATELE ZE SOUSTAVY S'

V následující situaci dojde k výbuchu pouze tehdy, když světlo urazí vzdálenost $x' + l'$ dříve než Těleso T' urazí vzdálenost $x' - l'$.

t_1 - čas, za který světelný signál urazí vzdálenost x'

$$t_1 = \frac{x' - vt_1}{c} \Rightarrow t_1 = \frac{x'}{c + v}$$

t_2 - čas, za který světelný signál urazí vzdálenost l'

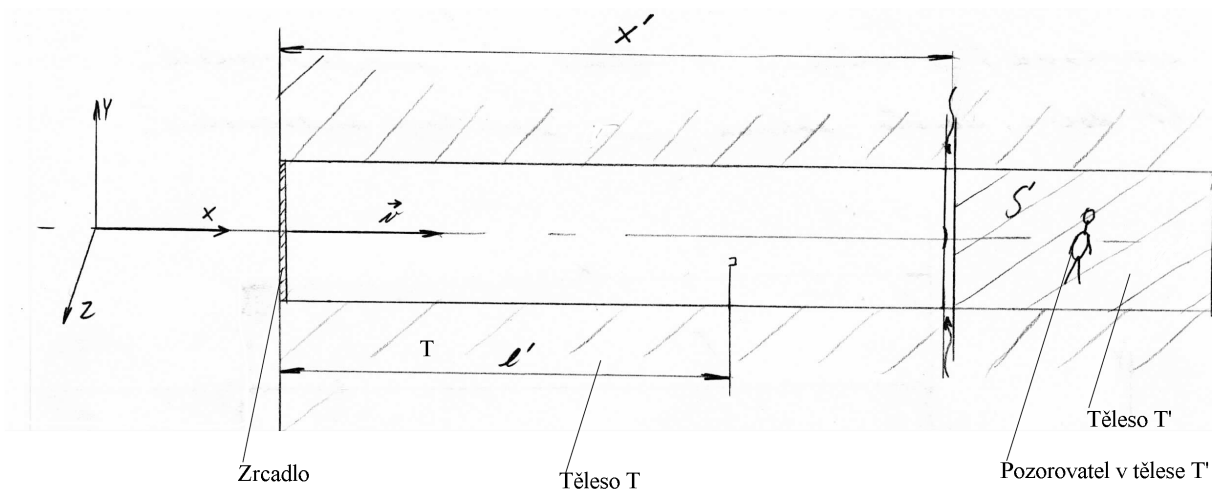
$$t_2 = \frac{l' + vt_2}{c} \Rightarrow t_2 = \frac{l'}{c - v}$$

t_3 - čas za který se fotodioda dostane k tělesu

$$t_3 = \frac{x' - l'}{v}$$

Podmínka, aby se světelný signál nedostal k fotodiodě

$$t_3 < t_2 + t_1$$



Po dosazení vztahů pro t_1, t_2 a t_3 dostáváme vztah: $\frac{x' - l'}{v} < \frac{x'}{c + v} + \frac{l'}{c - v}$,

po vyjádření v , dostáváme vztah: $v > \frac{c(x' - l')}{x' + l'} = \frac{c(x - l)}{x + l}$

Vidíme, že vztahy pro rychlost, které vypočítali pozorovatelé v tělesech T a T' se liší jen o charakteristickou odmocninu, kterou můžeme vytknout a zkrátit. To znamená, že výrazy jsou shodné a Lorentzovy transformace lze bez problémů použít.

x', l' - rozměry transformované podle Lorentzových transformací

$$x' = x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Necht' existuje soustava S a S', které se pohybují po ose x. Soustava S se skládá z tělesa T a pozorovatele, soustava S' se skládá z tělesa T' a druhého pozorovatele. Po dobu našeho pokusu jsou naše soustavy inerciální.

SITUACE Z POHLEDU POZOROVATELE ZE SOUSTAVY S

V následující situaci dojde k výbuchu pouze tehdy, když Těleso T' urazí vzdálenost l_1 dříve než světlo urazí vzdálenost l'_2 .

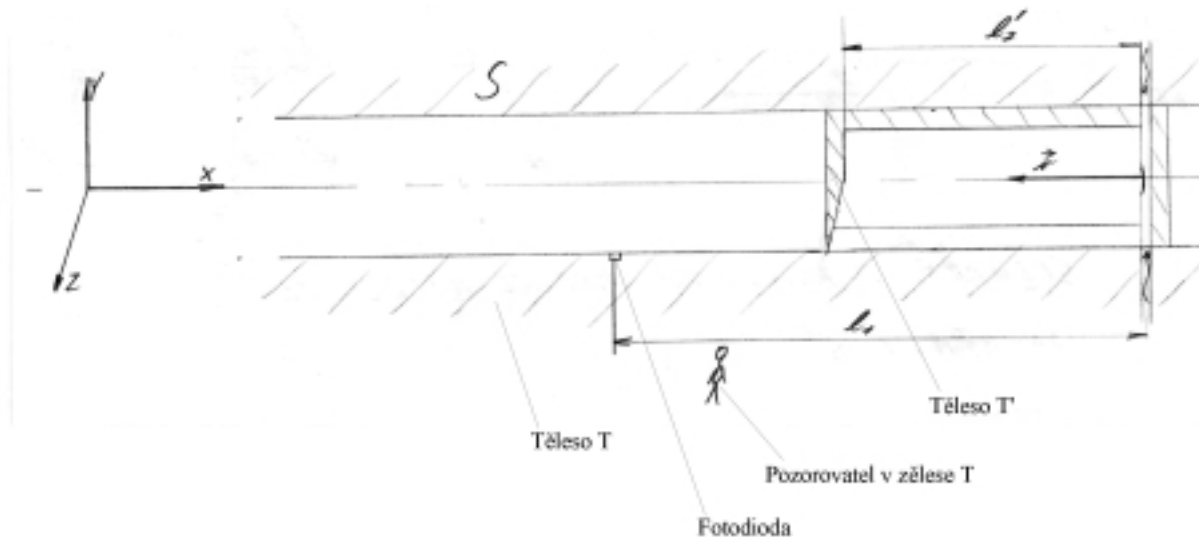
t_1 - čas, po který se světelný signál bude šířit po dráze l_2 (doba po kterou bude v tělese T' existovat světelný signál)

$$t_1 = \frac{l_2'}{c-v} \Rightarrow t_1 = \frac{l_2'}{c-v}$$

t_2 - čas, za který fotodioda dorazí k čelní stěně tělesa T'

$$t_2 = \frac{l_1 - l_2'}{v}$$

Podmínka, aby se světelný signál nedostal k fotodiodě
 $t_1 < t_2$



Po dosazení vztahů pro t_1, t_2 dostáváme vztah: $\frac{l_1 - l'_2}{v} > \frac{l'_2}{c - v}$,

po vyjádření v , dostáváme vztah: $v < \frac{c(l_1 - l'_2)}{l_1}$

SITUACE Z POHLEDU POZOROVATELE ZE SOUSTAVY S'

V následující situaci dojde k výbuchu pouze tehdy, když Těleso T' urazí vzdálenost l'_1 dříve než světlo urazí vzdálenost l_2 .

t_1 - čas, po který se světelný signál bude šířit po dráze l_2 (doba po kterou bude v tělese T' existovat světelný signál)

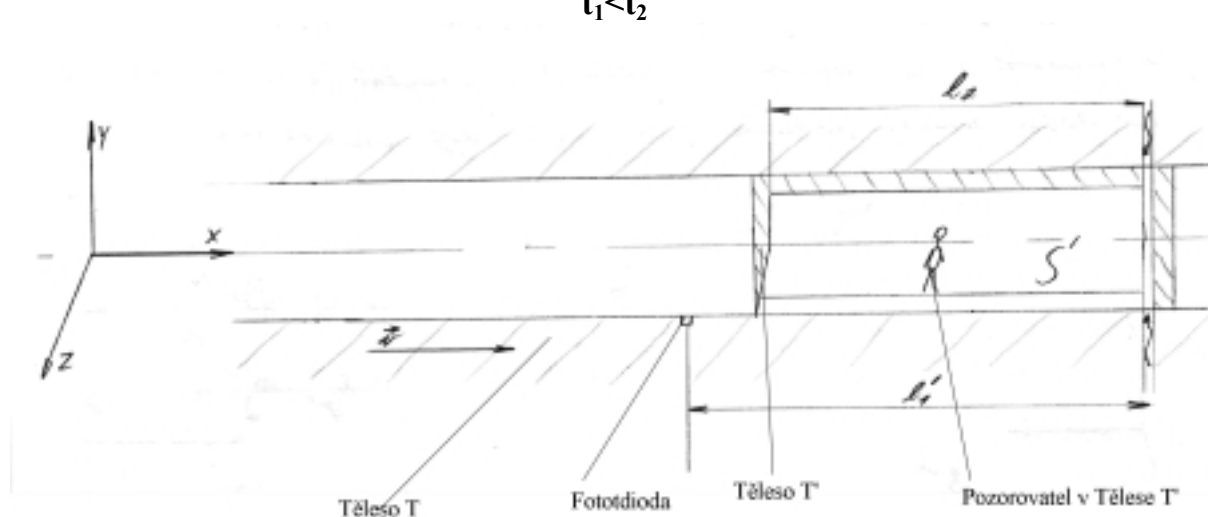
$$t_1 = \frac{l_2}{c}$$

t_2 - čas, za který fotodioda dorazí k čelní stěně tělesa T'

$$t_2 = \frac{l'_1 - l_2}{v}$$

Podmínka, aby se světelný signál nedostal k fotodiodě

$$t_1 < t_2$$



Po dosazení vztahů pro t_1, t_2 dostáváme vztah: $\frac{l'_1 - l_2}{v} > \frac{l_2}{c}$,

po vyjádření v , dostáváme vztah: $v < \frac{c(l'_1 - l_2)}{l_2}$

Vidíme, že vztahy pro rychlost, které vypočítali pozorovatelé v tělesech T a T' se liší to znamená, že nastává rozpor v Lorentzových transformacích