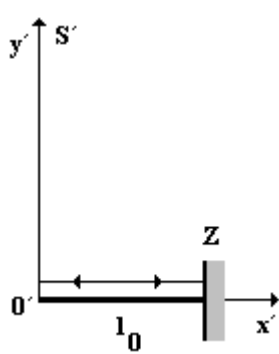


## Odvození vztahu pro kontrakci délek

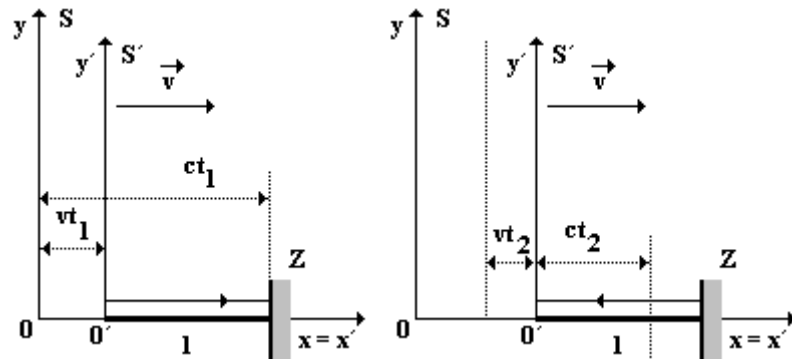
K odvození vztahu mezi délkou předmětu  $l_0$  v klidové soustavě  $S'$  a délkou předmětu  $l$  v libovolné jiné soustavě  $S$ , vůči níž se soustava  $S'$  pohybuje **rychlostí**  $v$ , lze využít následující myšlenkový **pokus**. Předpokládejme, že z levého konce tyče (bod  $O'$ ) vyšleme ve směru jejího **pohybu** světelný signál. **Světlo** se po odrazu od zrcátka  $Z$  (umístěného na druhém konci tyče) vrátí zpět do bodu  $O'$ . Čas, za který světlo urazí **dráhu**  $O'ZO'$ , je závislý na volbě **vztažné soustavy**, z níž budeme světelný signál sledovat.

V soustavě  $S'$ , v níž je pozorovatel vzhledem k tyči v **klidu**, naměříme čas  $t' = \frac{2l_0}{c}$  (viz obr. 18).

V soustavě  $S$  se světlo šíří od levého konce tyče k zrcátku  $Z$  po dobu  $t_1$ , přičemž urazí dráhu  $ct_1 = vt_1 + l$ , kde  $l$  je délka tyče v soustavě  $S$  (viz obr. 19). Při návratu **paprsku** k levému konci tyče (bod  $O'$ ) urazí světlo vzhledem k soustavě  $S$  dráhu  $ct_2 = l - vt_2$ . Čas  $t$ , za který světlo urazí dráhu  $O'ZO'$ , je součtem časů  $t_1$  a  $t_2$ . Tedy  $t = t_1 + t_2 = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2lc}{c^2 - v^2} = \frac{2l}{c} \cdot \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ .



Obr. 18



Obr. 19

Vyslání paprsku z bodu  $O'$  a jeho opětovný příjem v tomto bodě jsou z hlediska soustavy  $S'$  dvě **soumítné události**, mezi nimiž uplyne čas  $t'$ . Z hlediska pozorovatele v soustavě  $S$  mezi dvěma popsány událostmi uplyne čas  $t$ . Čas  $t$  a  $t'$  jsou svázány vztahem pro **dilataci času**, který lze zapsat ve tvaru

$t = t' \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ . Po dosazení vztahu pro dilataci času a **vlastního času** (čas měřený

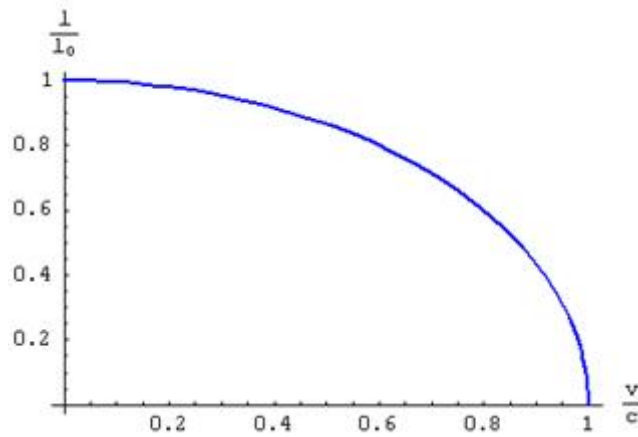
v soustavě  $S'$ ) do vztahu pro čas  $t$  vypočtený z **experimentu** dostáváme:  $\frac{2l}{c} \cdot \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{2l_0}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ .

Odtud lze již odvodit **vztah pro kontrakci délek** ve tvaru  $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ .

S využitím **Lorentzova koeficientu** lze vztah pro kontrakci délek psát ve tvaru:  $l = \frac{l_0}{\gamma}$ .

Vzhledem k tomu, že  $v < c$ , je  $\frac{v^2}{c^2} < 1$ . Proto  $0 < \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < 1$  a tedy  $l < l_0$ . Graf závislosti **poměru**  $\frac{l}{l_0}$

na **velikosti rychlosti** pohybu tyče (resp. na poměru  $\frac{v}{c}$ ) je zobrazen na obr. 20.



Obr. 20

Pro malé velikosti rychlosti pohybu naměří pozorovatel, který je vzhledem k tyči v klidu, i pozorovatel, který je vzhledem k tyči v pohybu, stejné délky tyče. S rostoucí velikostí rychlosti pohybu tyče bude měřit pozorovatel, vůči němuž se tyč pohybuje, stále kratší její délku. Pro velikosti rychlosti blízké [velikosti rychlosti světla](#) ve [vakuu](#) se jím měřená délka tyče bude blížit nule.

**DÉLKA TYČE V SOUSTAVĚ, VZHLEDEM K NÍŽ SE TYČ POHYBUJE (VE SMĚRU SVÉ DÉLKY), JE VŽDY MENŠÍ NEŽ DÉLKA TÉŽE TYČE V SOUSTAVĚ, VZHLEDEM K NÍŽ JE TYČ V KLIDU (KLIDOVÁ SOUSTAVA).**

Jestliže do soustavy  $S'$  umístíme tyč kolmo k pohybu této soustavy, pak současný záznam poloh koncových bodů tyče v soustavě  $S'$  je současný i v soustavě  $S$  a proto **ke kontrakci délek nedochází**.

Stále vyšetřujeme, jak tyč naměříme - nikoliv, jak jí budeme vidět. To jsou dva naprosto rozdílné fyzikální jevy, které je nutné v teorii relativity striktně odlišovat: měření délek a [optický vzhled pohybujících se objektů](#).

Důvody, proč nevnímáme kontrakci délek v praxi při běžných pohybech (cesta autobusem, jízda automobilem, ...), jsou stejné jako ty, proč nevnímáme při těchto pohybech dilataci času.