

# cl. 12a - F3 - Postulatele TRR Einstein, Consecințe. Transf. Lorentz.

1. - Postulatele Einstein pt. TRR - teoria relativității restrânse,
2. - Consecințele postulatelor TRR, Einstein,
3. - Transformările Lorentz.

## 1) Postulatele Einstein pt TRR

Exp. MM - Michelson și Morley - dovedește că, viteza luminii ( $c$ ) nu depinde de direcția și nici de sensul ei de mișcare, contrar rezultatului teoretic bazat pe regula clasică, Galilei de compunere a vitezelor ( $\vec{v}_{abs} = \vec{v}_{rel} + \vec{v}_{tr}$ )

Rezultatele exp. M-M se explică într-un mod simplu dacă se acceptă Principiul constantei vitezei luminii ( $c = const$ )

(P1) - Viteza luminii este aceeași în toate SRI sist. de referință și în toate direcțiile și este independentă de mișcarea observatorului sau a sursei de lumină. (1905 - A. Einstein)

(P2) - Toate legile fizicii rămân aceleași în orice SRI, starea de repaus sau MRU nu pot fi puse în evidență prin exp. efectuate la bordul SRI.

Obs. - Pe baza acestor 2 principii A. Einstein dezvoltă în (1905) TRR Teoria Relativității Restranse pt. SRI

- Ulterior în (1911) formulează și TRG - Teoria Relativ. Generalizată euclidiană și SRH - sist. de ref. neinertiale, numită ulterior și Teoria relativității a gravitației.

## 2) - Aceste două postulate au 3 consecințe:

- a) - Relativitatea simultaneității evenimentelor față de SRI diferite. ( $S'$ -fix și  $S'$ -mobile)
- b) - Relativitatea timpului / Dilatarea duratelor în SRI-fixe

$$\Delta t = \Delta t' / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

față de SRI'-mobile  $\Delta$

- c) - Relativitatea lungimilor / Contractia lungimilor pt. SRI'-mobile în raport cu cele SRI-fixe.

$$L = L' \sqrt{1 - v^2/c^2}$$



### 3). Transformările Lorentz de coordonate.

- Intrucât transf. Galilei de compunere a vitezelor nu mai sunt valabile la viteze mari ( $\vec{v} \rightarrow \vec{c}$ ) Lorentz a încercat găsirea unui alt set de ecuații pentru transformările de coordonate care să respecte postulatele ( $P_1 + P_2$ ) ale TRR și la viteze mari
- (1904) Lorentz deduce ec. cupunând condiția de omogenitate ec. Maxwell, care stau la baza teoriei electrodinamicii.

- Considerăm două SRI cu axe paralele.
  - $S$ -fix  $\rightarrow (x, y, z, t)$
  - $S'$ -mobil cu viteză ( $\vec{v}$ ) față de  $S$ -fix  $\rightarrow (x', y', z', t')$

atunci:  $y' = y$

Din transf. Galilei obținem.  $K$ -fact. de proporționalitate.

$$1) \begin{cases} x' = K(x - v \cdot t) \\ x = K(x' + v \cdot t') \end{cases}$$

$$2) \left( t = \frac{x}{c}, t' = \frac{x'}{c} \right) \text{ - conf. sincronizării ceasurilor din } S \text{ și } S'$$

Substituind timpul în sist. celor două ec. obținem.

$$\begin{cases} x' = K \left( x - v \cdot \frac{x}{c} \right) \\ x = K \left( x' + v \cdot \frac{x'}{c} \right) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x' = K \left( 1 - \frac{v}{c} \right) \cdot x \\ x = K \left( 1 + \frac{v}{c} \right) x' \end{cases}$$

- cumultăm între ele cele 2 ec. obținem.  $x \cdot x' = K^2 \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right) \cdot x \cdot x'$
- $\Rightarrow K = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (3) \text{ - factorul } K \text{ relativist.}$  extrăgând radicalul

Înlocuind pe  $K$  din (3) în ec. (1) obținem forma lor finală:

$$\begin{aligned} (S' \leftarrow S) \quad (4) \quad \begin{cases} x' = \frac{x - v \cdot t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} & y' = y, z' = z \\ x = \frac{x' + v \cdot t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} & y = y', z = z' \end{cases} \quad (5) \end{aligned}$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2} \cdot x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (I)$$

$$t = \frac{t' + \frac{v}{c^2} \cdot x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (II)$$

Substituind acum și timpul după împărțirea cu (c) a ec. (4) avem.

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{x'}{c} \right) &= \frac{\left( \frac{x}{c} \right) - \frac{v}{c} \cdot t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow t' = \frac{t - \frac{v}{c^2} \cdot x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ \left( \frac{x}{c} \right) &= \frac{\left( \frac{x'}{c} \right) + \frac{v}{c} \cdot t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow t = \frac{t' + \frac{v}{c^2} \cdot x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \end{aligned} \right\} (5)$$

Obs Avem două seturi de ec. pt transf. de coordonate (I și II):

- (I) pt trecerea de la SRI-fix la SRI-mobil ( $S' \leftarrow S$ )
- (II) pt. trecerea de la SRI-mobil la SRI-fix ( $S \leftarrow S'$ )