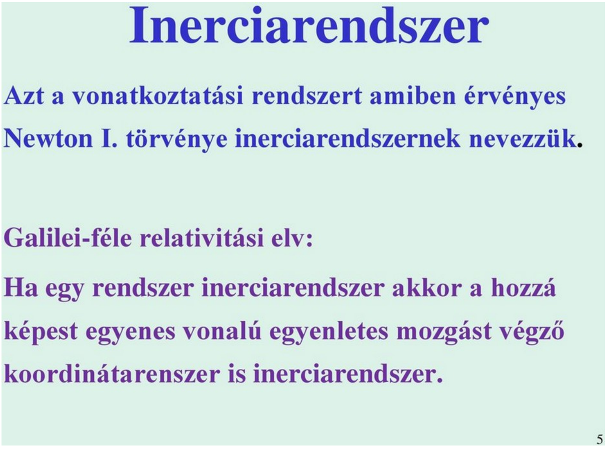
1) Speciális relativitáselmélet

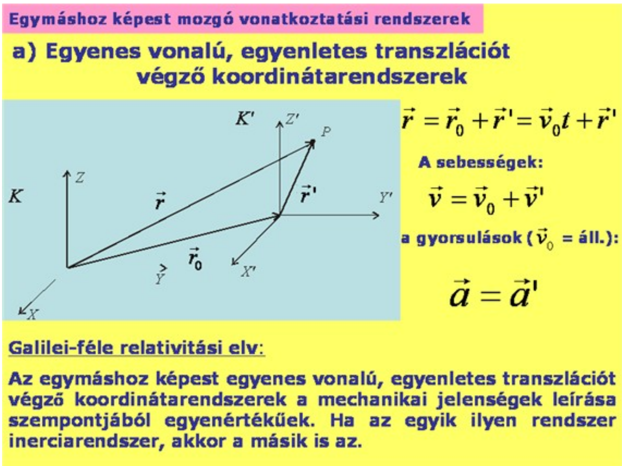
1.1. Bevezetés
https://dtp.physics.bme.hu/sites/dtp.physics.bme.hu/files/A%20specialis%20relativitas%20teljes_0.pdf 1-3 oldal.

1.1.1. A Newtoni fizika axiómái:

Newton-féle inerciarendszer



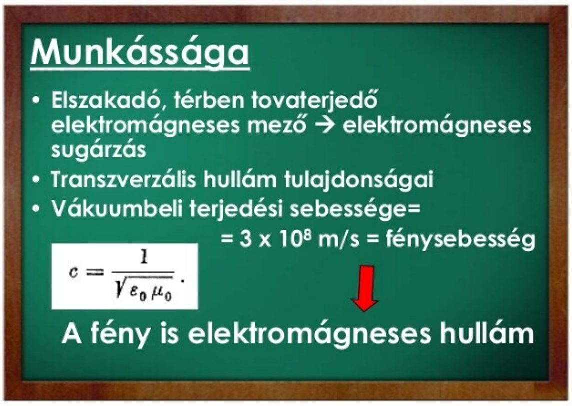
Galilei-féle transzformáció



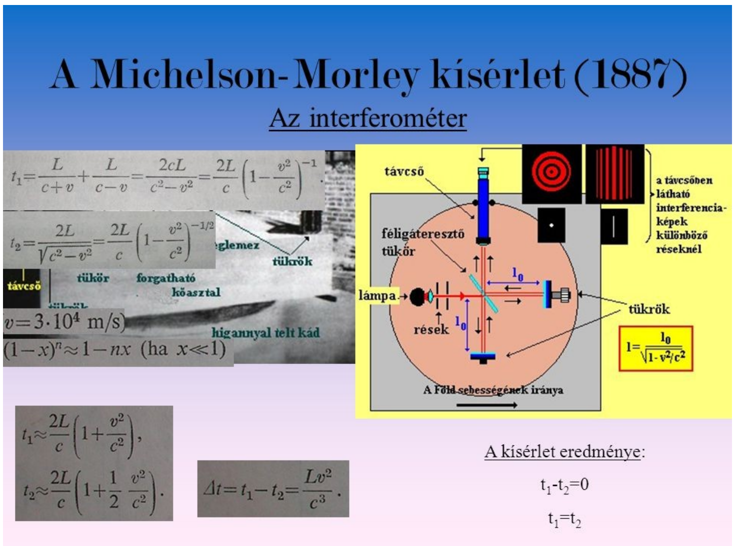
Elektromágneses hullámok (Maxwell) – Éterelmélet?

Maxwell-egyenletek

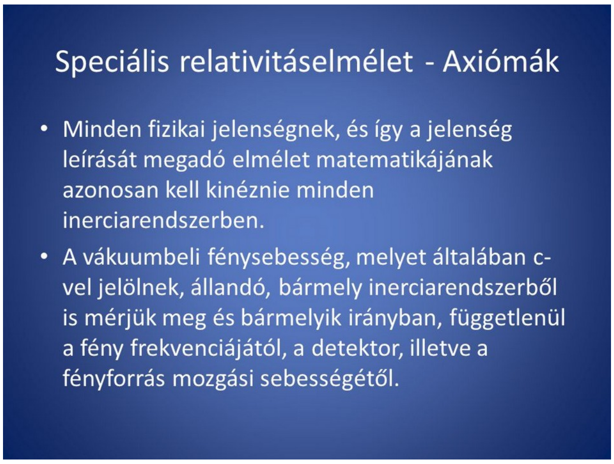
	Elnevezés	Matematikai alak	Jelentés
I.	Gauss törvénye elektromos térre	$\oint_f \mathbf{D} d\mathbf{f} = \int \rho dV \quad div\mathbf{D} = \rho$	Az elektromos tér forrásai az elektromos töltések
II.	Gauss törvénye mágneses térre	$\oint_f \mathbf{B} d\mathbf{f} = 0 \quad div\mathbf{B} = 0$	A mágneses tér forrásmentes
III.	Faraday törvénye	$\oint_g \mathbf{E} d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt}\int_f \mathbf{B} d\mathbf{f} \quad rot\mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$	A változó mágneses tér balcsavaros örvényes elektromos teret kelt
IV.	Ampere – Maxwell törvénye	$\oint_g \mathbf{H} d\mathbf{l} = \int_f \mathbf{J} d\mathbf{f} + \frac{d}{dt}\int_f \mathbf{D} d\mathbf{f}$ $rot\mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$	Az elektromos áram és a változó elektromos tér jobbcsavaros mágneses teret kelt.



1.1.2. Probléma: A fény terjedési sebessége független a megfigyelő sebességétől – Michelson – Morley kísérlet – A fény terjedési sebessége minden vonatkoztatási rendszerben ugyanannyi!

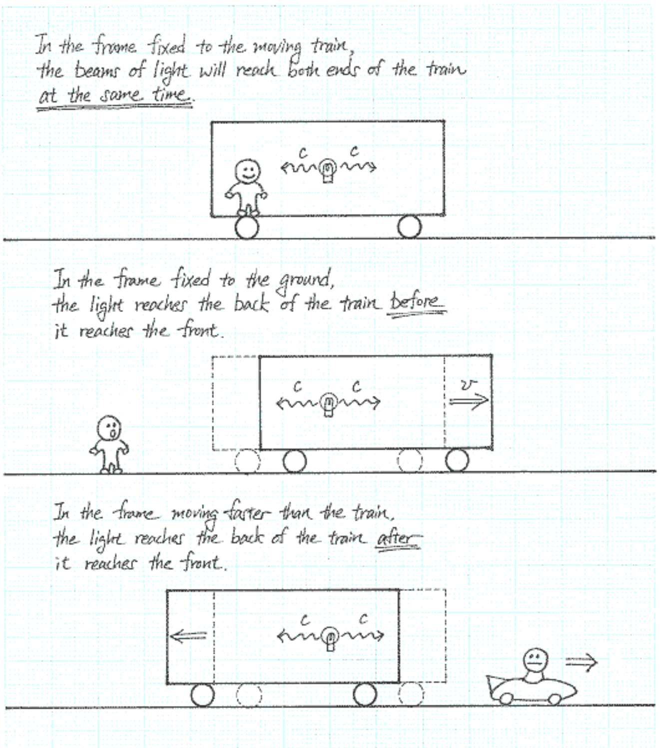


1.2. A speciális relativitáselmélet axiómái

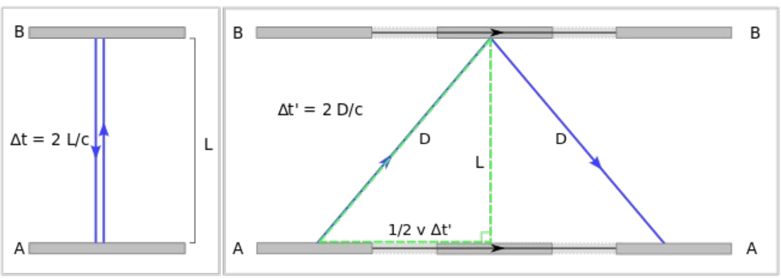


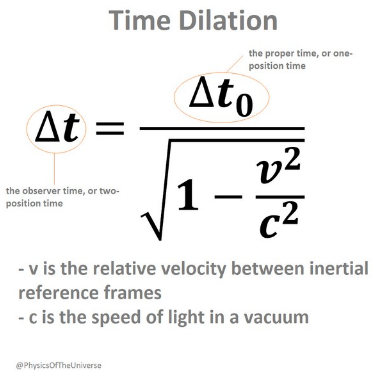
Következmények

1.2.1. Nincs abszolút idő, az egyidejüség relatív, megfigyelőfüggő

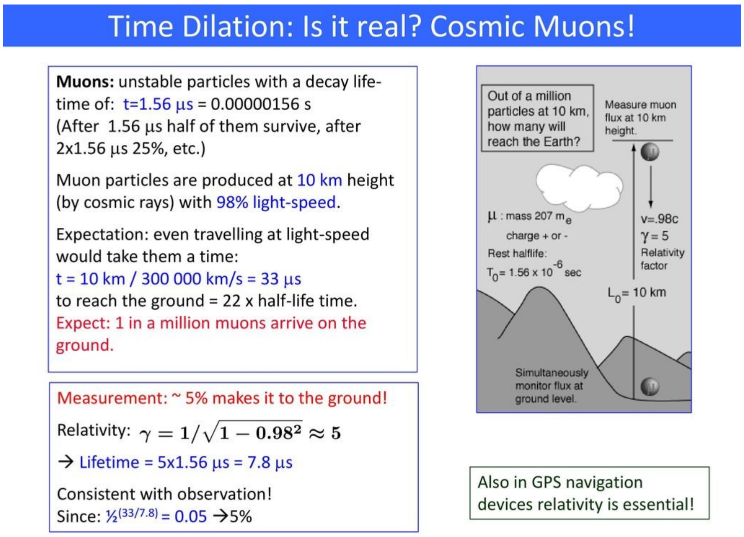


1.2.2. Az idő relatív, megfigyelőfüggő, az álló rendszerben a legrövidebb – sajátidő – idő dilatáció

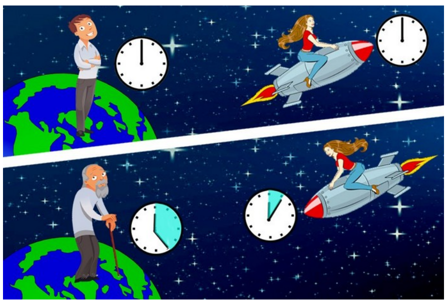




Kísérleti bizonyíték: Müonok, Gyorsítók, CERN, GPS



Ikerparadoxon



1.2.2. A távolság relatív, megfigyelőfüggő, az álló rendszerben a legrövidebb – távolság kontrakció

Távolság-kontrakció

A K' rendszerben nyugodjon egy $l_0 = \Delta x'$ hosszúságú rúd. A K rend -szerben egyidejű leolvasást végezve ($\Delta t = 0$) mérjük meg e hosszt. Azt tapasztaljuk, hogy

$$\Delta x' = l_0 = k\Delta x$$

azaz, a K-beli megfigyelő a rudat

$$\Delta x = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

hosszúságúnak fogja találni.

→ A müon a 30 km-es utat a saját rendszeréből csak 300 m-nek méri!

Dr. Márkus Ferenc
BME Fizika Tanszék

If the length $L_0 = x_2' - x_1'$ is measured in the moving reference frame, then $L = x_2 - x_1$ can be calculated using the Lorentz transformation.

$$L_0 = x_2' - x_1' = \frac{x_2 - vt_2 - x_1 + vt_1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

But since the two measurements made in the fixed frame are made simultaneously in that frame, $t_2 = t_1$, and

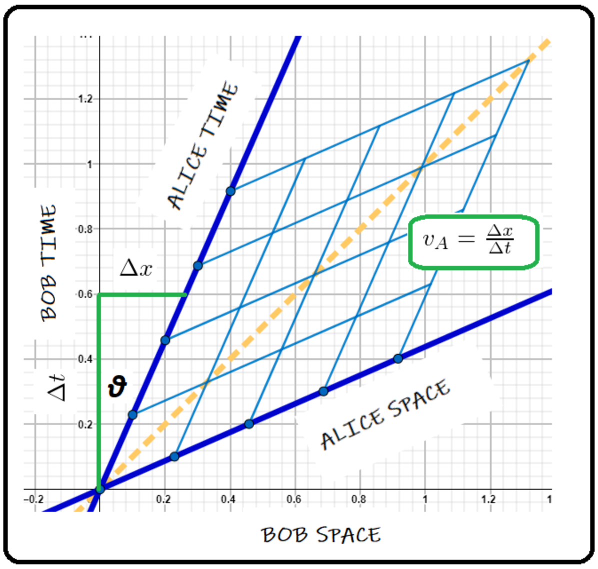
$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{L_0}{\gamma}$$

Length contraction

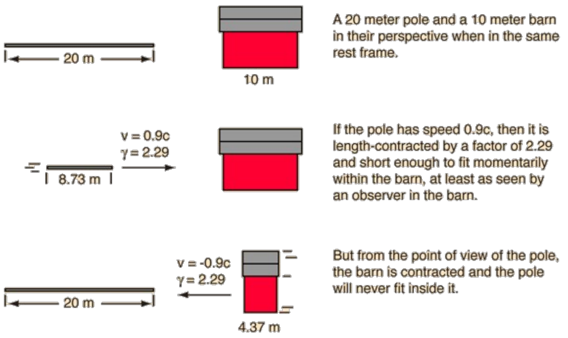
1.2.3. Lorentz-transzformáció

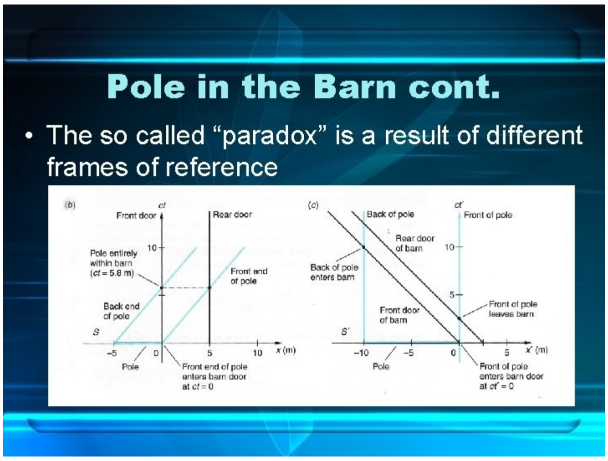
$$\begin{aligned} x' &= \frac{x - vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \end{aligned} \tag{18.2}$$

1.2.4. Téridő diagram

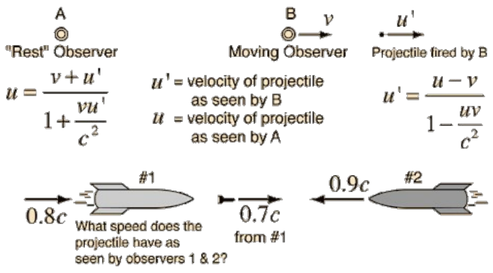


http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0601/NagyP.pdf





1.2.5. Sebesség összeadáshttps://calmarius.net/?lang=hu&page=_sitemap



1.2.6. Relativisztikus Tömeg

15

A relativisztikus tömeg és impulzus (15)

Az m_0 a tömegpont nyugalmi tömege. A K' rendszerben hozzá képest v sebességgel mozgó tömegpont mozgási tömege ezért:

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

(Lewis, Tolman, 1909). Az impulzus tömegszer sebesség kifejezése ennek megfelelően:

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

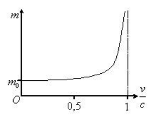
Dr. Márkus Ferenc
BME Fizika Tanszék

1.2.7. Nyugalmi energia

https://dtp.physics.bme.hu/sites/dtp.physics.bme.hu/files/A specialis relativitas teljes_0.pdf 11.oldal

Az impulzus és a mozgási energia relativisztikus alakja

$$E = \gamma mc^2$$
$$p = \gamma mv$$
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

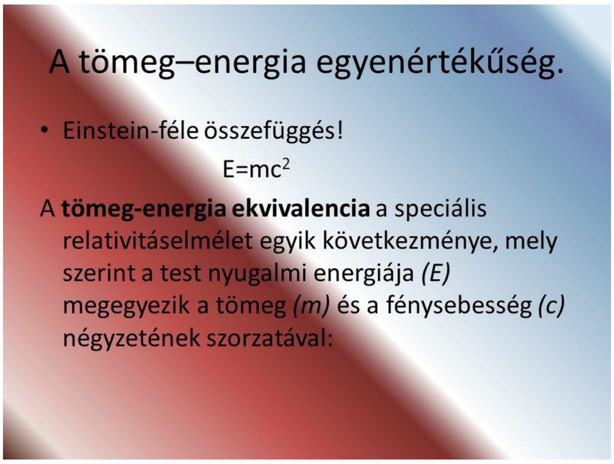


A relativisztikus mozgásegyenlet (Newton II. törvénye)

$$\vec{F} = \frac{d}{dt}\left(m\vec{v}\right) = \frac{dm}{dt}\cdot\vec{v} + m\cdot\frac{d\vec{v}}{dt}$$

A teljesítménytétel relativisztikus általánosításával eljuthatunk a relativisztikus mozgási energiához:

$$T = mc^2 - m_o c^2 = m_o \gamma c^2 - m_o c^2 = m_o c^2 (\gamma - 1)$$



Speciális relativitáselmélet középiskolás szinten (Videó sorozat, nagyon jó):

https://www.youtube.com/playlist?list=PLfX6LA3htOQA21vOHYL1NWAk0SQvlCAX5