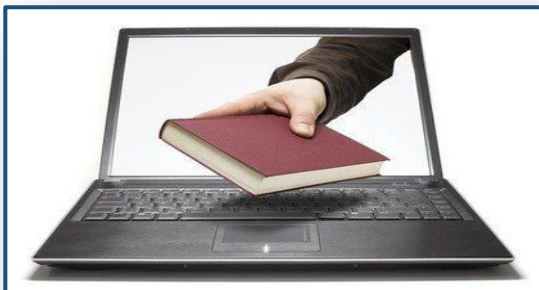




FIZIKA KAFEDRASI



Fizika I

2018

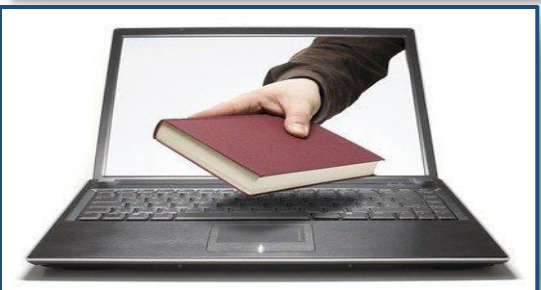
MEXANIKA

6 – ma'ruza

K.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov



**TÁBIYIY HÁM
GUMANITAR PÁNLER
KAFEDRASÍ**



Fizika I

2020

MEXANIKA

6 – lekciya

**Qaraqalpaq tiline awdarmalağan
S.G. Kaypnazarov**

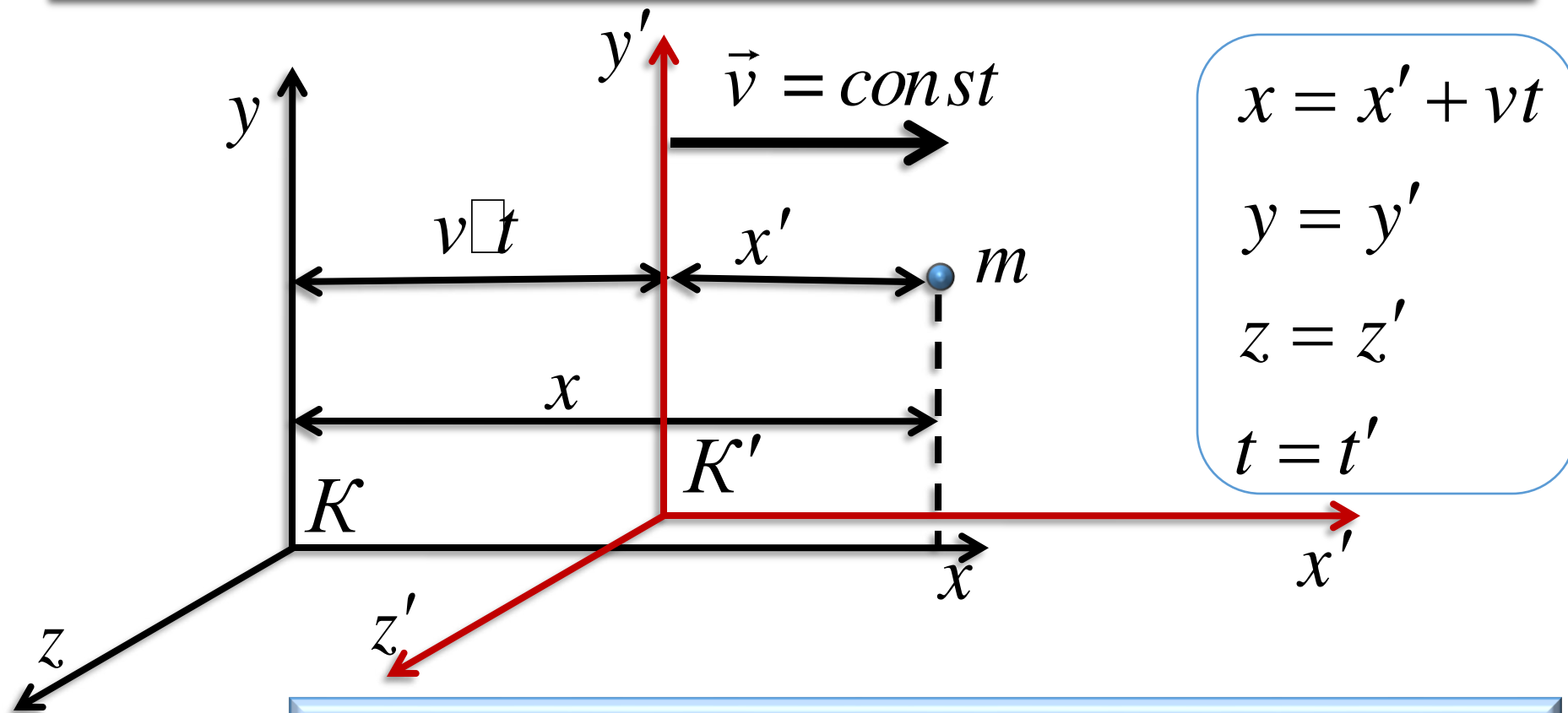
Einstein's Theories of Relativity

Warped Space-Time Bending Light
 $E = mc^2$

Lekciya rejesi



- Inercial emes sanaq sistemaları.
- Inerciya kúshi.
- Inercial sanaq sistemaları.
- Galiley túrlendiriwleri.
- Eynshteyn postulatları.
- Lorenc túrlendiriwleri.
- Lorenc túrlendiriwlerine salıstırǵanda háreket teńlemesiniń invariantlıǵı.

Galiley túrlendiriwleri



-eki inercial sanaq sistemalarında júz beretuǵın hádiyseniń kooordinata hám waqtın ózara baylanıstırıwshı teńleme. Hádiyse júz bergen orın (x, y, z kooordinatalar) hám t waqt momenti menen belgilenedi.

Galileydiń salıstırmalılıq principı:

BIRINSHI DIFFERENCIALLOW		
$\frac{dx}{dt} = \frac{dx'}{dt} + \frac{d(vt)}{dt}$		$v_X = v'_X + v$
$y = y'$		$v_Y = v'_Y$
$z = z'$		$v_Z = v'_Z$
EKINSHI DIFFERENCIALLOW		
$\frac{dv_X}{dt} = \frac{dv'_X}{dt} + \frac{dv}{dt}$		$a_X = a'_X$
$\frac{dy}{dt} = \frac{dy'}{dt}$		$a_Y = a'_Y$
$\frac{dz}{dt} = \frac{dz'}{dt}$		$a_Z = a'_Z$

**Klassikalıq mexanikada
tezliklerdi qosıw qaǵıydası**

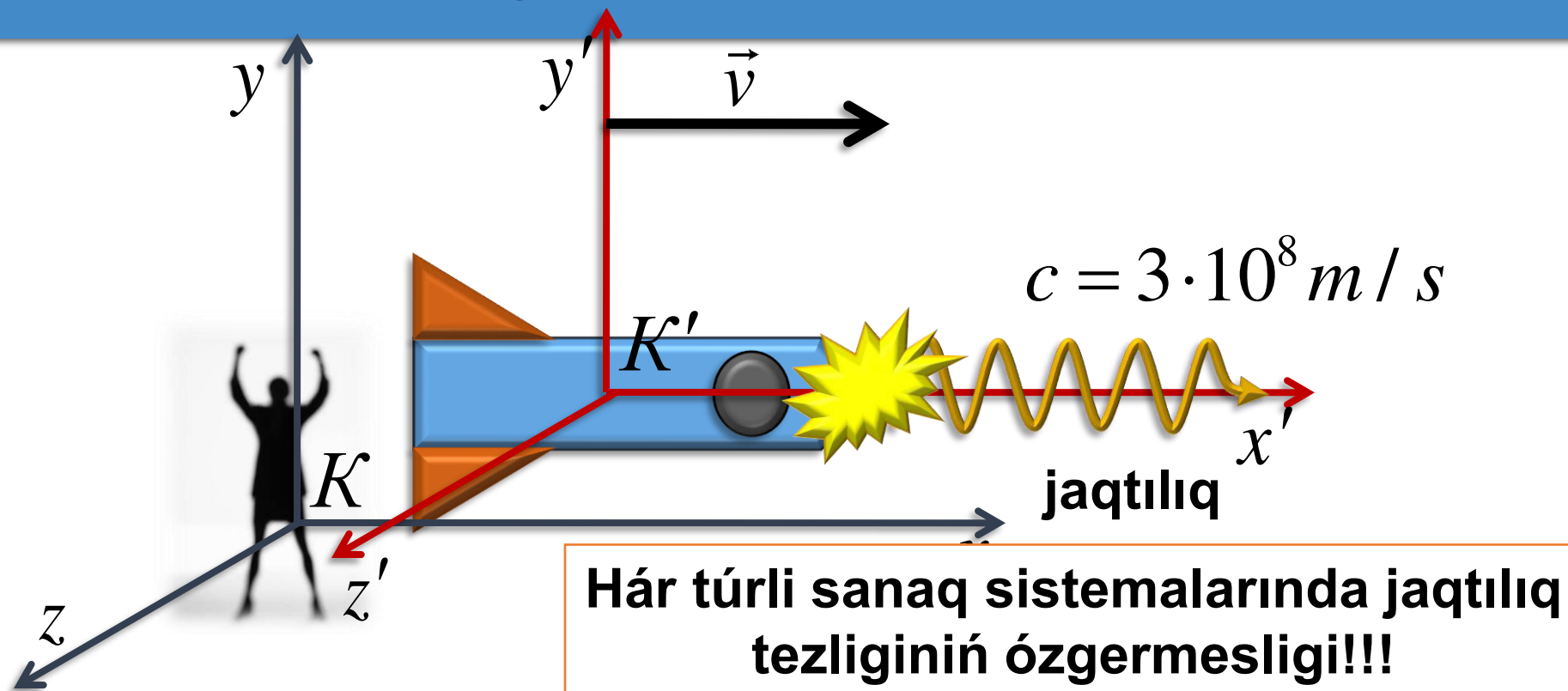
**Berilgen sanaq sistemasınıń
tınısh halatta bolıwı yaqı tuwrı
sızıqlı hám teń ólshewli háreket
etiwin hesh qanday mexanikalıq
tájriybeler arqalı dáliyllew
múmkin emes .**

**Bárshe inercial sanaq
sistemalarında mexanika
nızamları birdey kóriniste boladı.**

Galiley túrlendiriwleriniń nátiyjeleri:

- eki sanaq sistemalarında waqıt ótiwi birdey.
 $t = t'$ – Nyuton mexanikasında waqıttıń absolyutlıǵı.
- eki sanaq sistemalarında massalardıń teńligi.
 $m = m'$ - hár túrli inercial sanaq sistemalarında massalardıń absolyutlıǵı.
- eki sanaq sistemalarında massalar tezleniwleriniń teńligi.
 $\vec{a} = \vec{a}'$
- barlıq inercial sanaq sistemalarında tezleniwdiń teńligi.
- inercial sanaq sistemalarında materiallıq noqatlar ózara tásir kúshleriniń teńligi. $\vec{F} = \vec{F}'$
- Galiley túrlendiriwlerine salıstırǵanda kúshtiń invariantlıǵı (ózgermesligi).

Úlken tezliklerde Nyuton mexanikasınıń qanatlandırılmaı



$$v_X = v'_X + v = c + v$$

QARAMA-QARSILIQ!!!

Arnawlı salıstırmalılıq teoriyasınıń (AST) postulatları

- Salıstırmalılıq principı: *sanaq sisteması tınısh halatın buzıawı yaki tuwrı sıızıqlı teń ólshewli hárekette bolıwın hesh qanday fizikalıq tájiriybeler arqalı ornatıw múmkin emes.*
- Basqasha ańlatıw: *barlıq inercial sistemalar ushın tábiyattıń barlıq nızamları birdey ańlatıladı.*
- Jaqtılıq tezliginiń ózgermew (turaqlılıq) principı: *barlıq inercial sanaq sistemalarında vakuumdağı jaqtılıq tezligi derektiń háreketi yaki jaqtılıq qabıl etiwshiniń háreketine baylanıslı emes.*

Lorenc túrlendiriwleri

Lorenc túrlendiriwleri – eki inercial sanaq sistemalarında qandayda bir hádiyseniń koordinataları hám waqtın baylistırıwshı teńlemeler bolıp tabıladı.

Galiley túrlendiriwlerinen parıqlı Lorenc túrlendiriwleri AST postulatlarına qarsı emes: yaǵnıy hárekettiń absolyutlıǵın hám jaqtılıq tezligi turaqlılıǵın baqlay almaw postulatı.

- K hám K' sanaq sistemaların baqlayıq. K sanaq sistemasın shártli qozǵalmas dep esaplaymız. Qandayda bir hádiyse payda bolıp atırǵanlıǵın oylayıq.
- x, y, z, t - K sanaq sistemasındaǵı hádiyseniń *koordinataları hám waqıttıń mánisleri*; K' sanaq sistemasında bolsa — x', y', z', t' *mánisleri menen belgilenedi*. K' sanaq sisteması jaqtılıq tezligine jaqın tezlik penen háreketlenedi.

Arnawlı salıstırmalılıq teoriyasında bir sanaq sistemasınan ekinshisine ótiwdiń Lorenc túrlendiriwleri

Tuwrı túrlendiriw	Keri túrlendiriw
$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad x = \gamma(x' + vt')$	$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad x' = \gamma(x - vt)$
$y = y'$	
$z = z'$	
$t = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1 - \beta^2}}$	$t = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1 - \beta^2}}$
$K \text{ sanaq sistemasınan } K' \text{ sanaq sistemasına ótiw}$	$K' \text{ sanaq sistemasınan } K \text{ sanaq sistemasına ótiw}$

- Relyativistlik mexanika háreket teńlemeleri bir sanaq sistemasınan ekinshisine ótiwde ózgermey qalǵanda ǵana jaratıladı.
- Bul ańlatpalarda:
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ –jaqtılıqtıń vaakumdaǵı tezligi.

- $\beta = \frac{v}{c} \quad \beta < 1$
- $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad \gamma > 1$

$\beta \ll 1$ jaqtılıq tezliginen júda kishi tezliklerde Lorenc túrlendiriwleri Galiley túrlendiriwlerine ótedi:

$$x = x' + vt, \quad y = y', \quad z = z', \quad t = t'$$

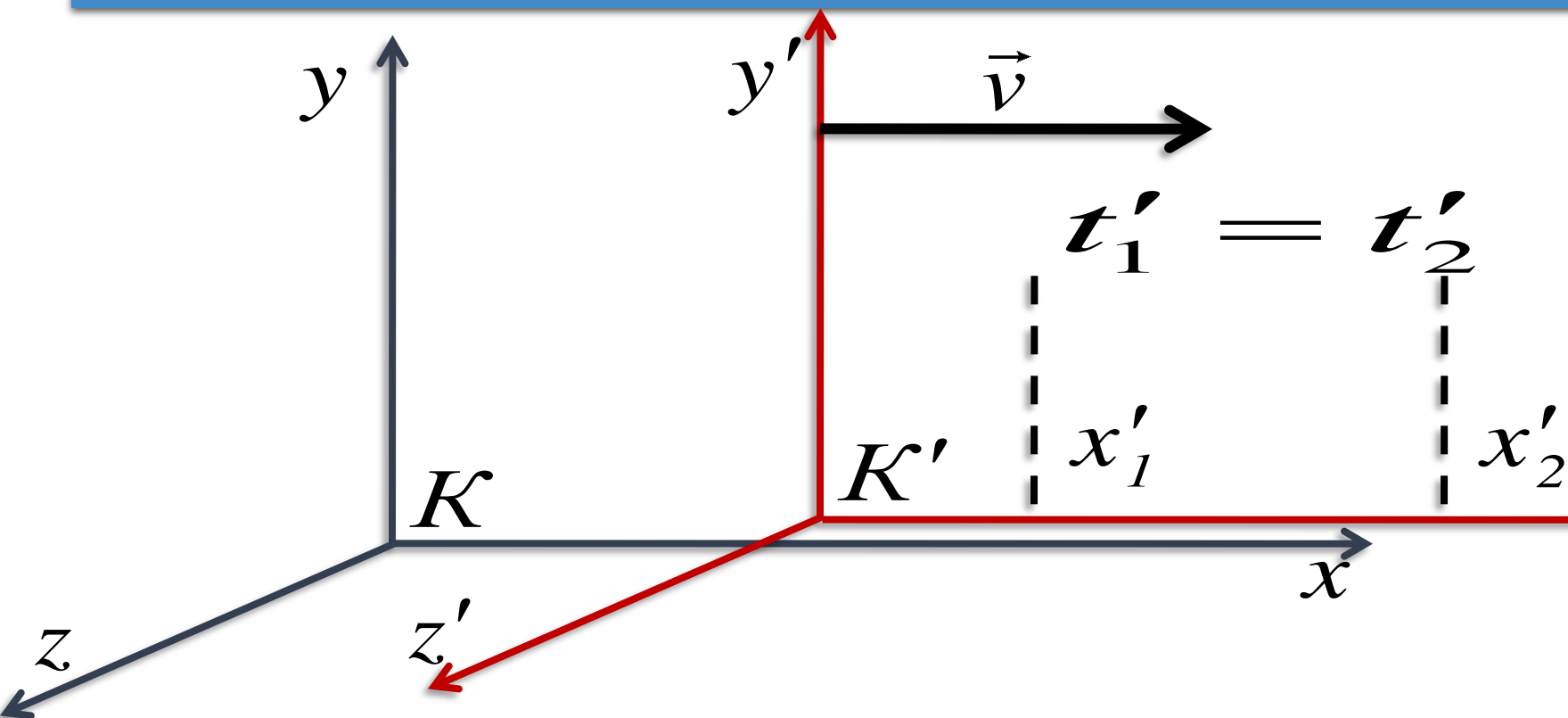
$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t$$

- Galiley túrlendiriwleri óz mánislerin jaqtılıq tezliginen júda kishi tezliklerde saqlap qaladı.

Lorenc túrlendiriwleri nátiyjeleri

- bir waqıttalıqtıń salıstırmalılıǵı;**
- waqıt aralıqlarınıń salıstırmalılıǵı;**
- uzınlıqtıń (aralıqtıń) salıstırmalılıǵı;**
- massanıń salıstırmalılıǵı;**
- tezliklerdi almastırıw imkanıyatı.**

Bir waqıttalıqtıń salıstırmalılıǵı



K sistemada birinshi hádiyseniń júz bergen waqtı:

$$t_1 = \gamma \left(t'_1 + \frac{v}{c^2} x'_1 \right)$$

K sistemada ekinshi hádiyseniń júz bergen waqtı:

$$t_2 = \gamma \left(t'_2 + \frac{v}{c^2} x'_2 \right)$$

Bunnan $t_2 > t_1$, sebebi $x'_2 > x'_1$.

K sanaq sistemasında hádiyse bir waqıtta júz bermeydi, yaǵnıy bir sanaq sistemasında bir waqıtta júz bergen hádiyse ekinshisinde bir waqıtta júz bermeydi.



Waqıt aralıǵınıń salıstırmalılıǵı

K' sanaq sistemasında x' koordinatalı noqatta t'_1 hám t'_2 waqıtlarda eki hádiyse júz bergen ($\Delta t' = t'_2 - t'_1$ waqıt aralıǵında).

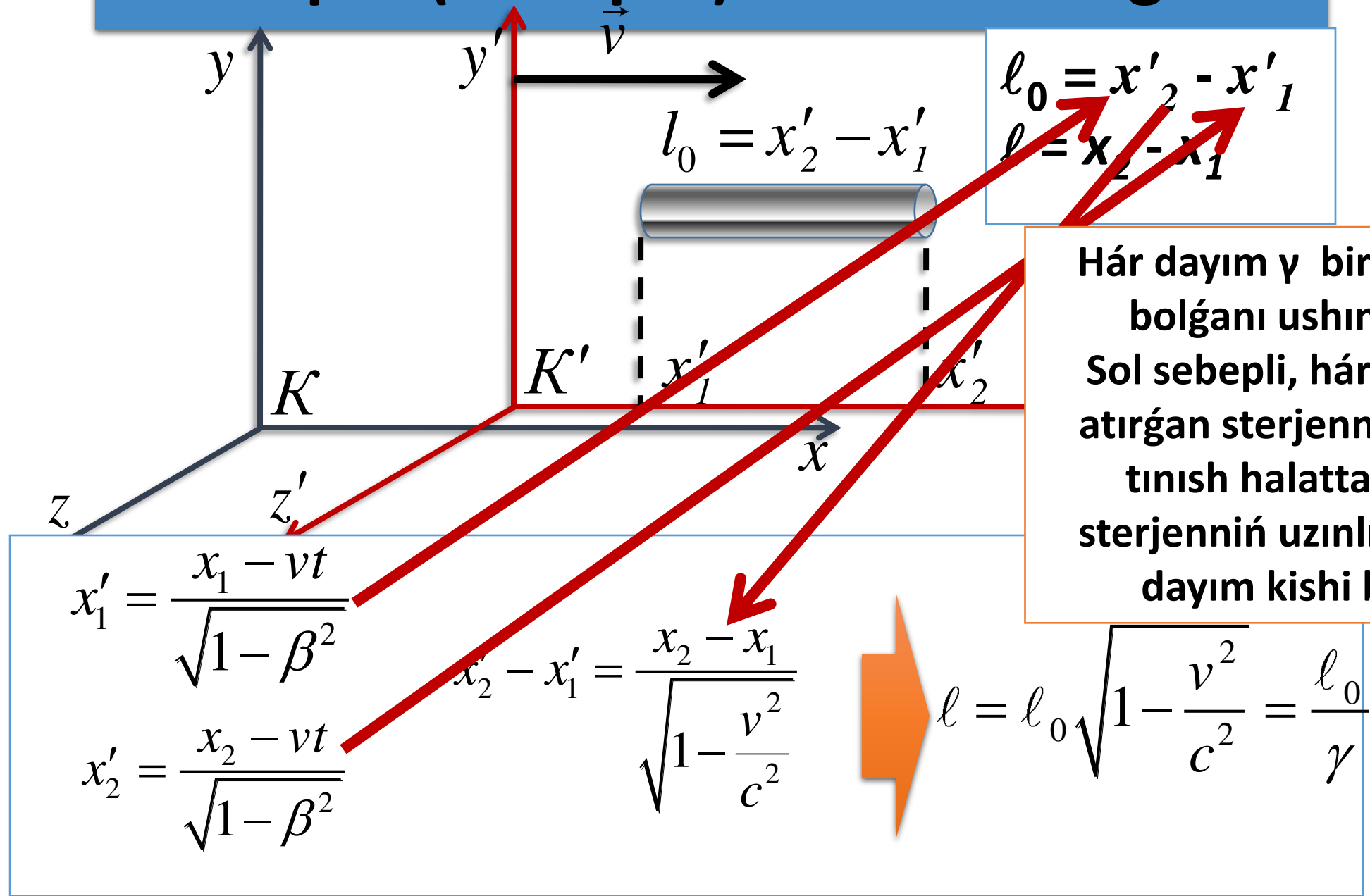
K sistemada bolsa, usı hádiyseler t_1 hám t_2 waqıtlarda júz beredi ($\Delta t = t_2 - t_1$ waqıt aralıǵında).

Lorenc túrlendiriwlerinen paydalanıp tómendegilerge iye bolamız:

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{t'_1 + \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\ \Delta t = t_2 - t_1 &= \frac{t'_2 - t'_1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \gamma \Delta t' \\ t_2 &= \frac{t'_2 + \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \end{aligned}$$

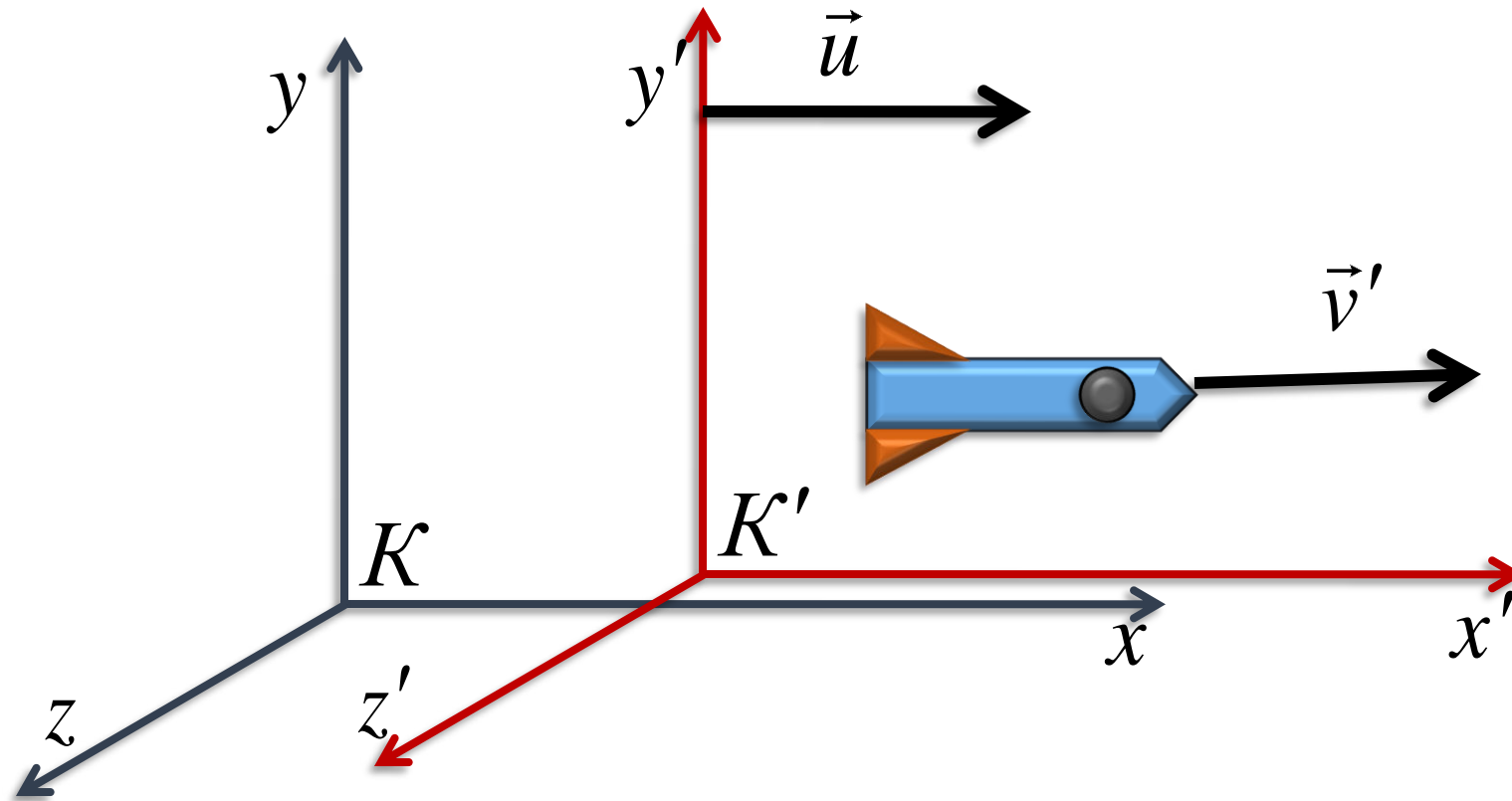
bárhama γ birden úlken bolǵanı ushın, $\Delta t > \Delta t'$. Bul bolsa, inercial sanaq sistemasına salıstırǵanda háreketlenip atırǵan saat qozǵalmas saatlarǵa salıstırǵanda áste júriwin bildiredi hám eki hádiyse arasındagı waqıttıń kemligin kórsetedi.

Uzunlıqtıń (aralıqtıń) salıstırmalılıǵı



Hár dayım γ birden úlken bolǵanı ushın, $l > l_0$. Sol sebepli, háreketlenip atırǵan sterjenniń uzunlıǵı tınısh halatta turǵan sterjenniń uzunlıǵınan hár dayım kishi boladı.

Tezliklerdi ózgertiw.



Tezliklerdi qosıwdıń relyativistlik qaǵıydasına muwapıq, jaqtılıq tezliginen kishi yaki oǵan teń bolǵan eki tezliktiń jıyındısı jaqtılıq tezliginen úlken bolmaydı.

K sistemada materiallıq noqat \mathbf{v}' tezlik penen, K' sistemaniń ózi bolsa K sistemaǵa salıstırǵanda u tezlik penen háreketlenip atırǵan bolsın. K sistemada bóleksheniń \mathbf{v} tezligi qurawshıları tómendegi ańlatpalar menen anıqlanadı:

$$v_x = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \frac{dy}{dt}, \quad v_z = \frac{dz}{dt}.$$

K' sistemada sol bóleksheniń \mathbf{v}' tezlik qurawshıları tómendegilerge teń:

$$v'_{x'} = \frac{dx'}{dt'}, \quad v'_{y'} = \frac{dy'}{dt'}, \quad v'_{z'} = \frac{dz'}{dt'}.$$

Lorenc túrlendiriwlerinen paydalanıp:

$$v_x = \frac{v'_{x'} + u}{1 + \frac{uv'_{x'}}{c^2}}, \quad v_y = \frac{v'_{y'} \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}{1 + \frac{uv'_{x'}}{c^2}}, \quad v_z = \frac{v'_{z'} \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}{1 + \frac{uv'_{x'}}{c^2}}.$$

Sebebi, $x = \frac{x' + u \cdot t'}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \rightarrow v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{x' + u \cdot t'}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \right) = \frac{dt'}{dt} \cdot \frac{\frac{dx'}{dt'} + u}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} = \frac{dt'}{dt} \cdot \frac{v'_x + u}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$

$t = \frac{t' + \left(\frac{u}{c^2}\right) \cdot x'}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \rightarrow \frac{dt}{dt'} = \frac{1 + \left(\frac{u}{c^2}\right) \cdot \frac{dx'}{dt}}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} = \frac{1 + \left(\frac{u}{c^2}\right) \cdot v'_x}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$

$$v_x = \frac{dt'}{dt} \cdot \frac{v'_x + u}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} = \frac{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}{1 + \left(\frac{u}{c^2}\right) \cdot v'_x} \cdot \frac{v'_x + u}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} = \frac{v'_x + u}{1 + \left(\frac{u}{c^2}\right) \cdot v'_x}$$

Usıǵan uqsas:

$$v_y = \frac{v'_y \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}{1 + \frac{uv'_x}{c^2}}, \quad v_z = \frac{v'_z \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}{1 + \frac{uv'_x}{c^2}}$$

Relyativistlik dinamika

Relyativistlik impuls

Klassikalıq mexanikada,

$v \ll c$ bolǵanda

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Relyativistlik mexanikada ,

$v \rightarrow c$ bolǵanda

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

Háreket teńlemesi

Klassikalıq maxanikadaǵıǵa

uqsas,

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right) = F$$

Kúshtiń invariant bolmaǵan shama ekenligi kórinip turıptı.

Energiyanıń relyativistlik ańlatpası

Kúsh

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right) = F$$

$$dA = F dS = F v dt = v dp = v d(mv) = v^2 dm + m v dv =$$

$$= m_0 v^2 d \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}} + m_0 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}} v dv =$$

$$= m_0 v^3 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-3/2} + m_0 v \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-1/2} dv = \frac{m_0 v dv}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2}}$$

Energiyanıń relyativistlik ańlatpası

Relyativistlik mexanikada jumıs bólekshe massasınıń artıwı menen anıqlanadı

$$dA = c^2 dm = d(mc^2) \qquad dA = dE_k$$

$$dE_k = d(mc^2) \quad \Rightarrow \quad E_k = mc^2 - const$$

Bizge belgili, $E_k(v_0 = 0) = 0 \quad \Rightarrow \quad const = m_0 c^2$

$$E_k = mc^2 - m_0 c^2 \quad E_0 = m_0 c^2 \quad \text{-tınıshlıqtaǵı energiya}$$

Tolıq energiya

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

$$E_k = E - E_0 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$$

Relyativistlik invariantlıq

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$E = mc^2$$

$$p = \frac{E}{c^2} v$$

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

$$p^2 = \frac{p^2 E^2}{(p^2 + m_0^2 c^2) c^2}$$

$$E = c \sqrt{p^2 + m_0^2 c^2}$$

$$\frac{E^2}{c^2} - p^2 = m_0^2 c^2 = \text{inv}$$

**Juwmaq: enerjiya hám
impuls relyativistlik
mexanikada hár dayım
saqlanıp qalmaydı.**

PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR

1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. “Aloqachi nashriyoti”. 2018 y. O‘zR OO‘MTV 2017.24.08 dagi “603”-sonli buyrug‘i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. “FIZIKA”. Oqıwlıq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O‘.Egamov. “FIZIKA”. Darslik. Toshkent. O‘quv-ta’lim metodika” bosmaxonasi. 2015 y. O‘zROO‘MTV 2009.26.02. dagi “51”-sonli buyrug‘i.
4. Douglas C. Giancoli. Physics. Principles with Applicathions. 2004 USA ISBN-13 978-0-321-62592-2.
5. Physics for Scientists and Engineers, Raymond A. Serway, John W. Jewett. 9th Edition, 2012.
6. “Umumiy Fizika fani bo‘yicha taqdimot multimediali ma’ruzalar to‘plami”. Elektron o‘quv qo‘llanma. Toshkent. 2012 y. O‘zR OO‘MTV 2012.15.08 dagi “332/1”-sonli buyrug‘i.
7. “Fizika-1 kursi bo‘yicha taqdimot multimediali ma’ruzalar to‘plami”. Elektron o‘quv qo‘llanma. Toshkent. 2019 y. O‘zR OO‘MTV 2019.04.10 dagi “892”-sonli buyrug‘i.



«Interstellar» filmi

