

ДЕНЕНИҢ ИНЕРЦИЯСЫ УСЫ ДЕНЕДЕ ТОПЛАНҒАН ЭНЕРГИЯДАН ҒӘРЕЗЛИ МЕ¹?

А.Эйнштейн.

(қарақалпақ тилине аударған Б.Абдикамалов)

Буннан бұрын басылып шыққан² изертлеудің нәтижелери бизди келтирилип шығарылыуы усы мақалада берилетуғын жүдә қызықлы нәтижелерге алып келеди.

Буннан бұрынғы изертлеуде мен бослық ушын жазылған Максвелл-Герцтиң теңдемелеринен хәм кеңисликтің электромагнит энергиясы ушын жазылған Максвелл формуласы менен бир қатарда мынадай принципти басшылыққа алдым:

Физикалық системалардың халларының өзгериуін тәриплейтуғын ызымлар бул халлардың өзгерислери жүз беретуғын бир бирине салыстырғанда тууры сызықлы хәм тең өлшеули қозғалатуғын еки координаталар системасынан ғәрезли емес (салыстырмалық принципі). Усыннан келип шығып³ мен дара жағдайда төмендегидей нәтижелерге келдим (жоқарыда цитатасы келтирилген жумыстың 8-параграфы).

Мейли (x, y, z) координаталар системасына тийисли жақтылықтың тегис толқынларының системасы l энергияға ийе хәм нурдың бағыты (толқын фронтына түсірилген нормаль) менен системаның x көшери арасындағы мүйеш φ болсын. Егер усы (x, y, z) координаталар системасына салыстырғанда координата басы x көшери бағытында v тезлиги менен тууры сызықлы хәм тең өлшеули қозғалатуғын жаңа (ξ, η, ς) координаталар системасын киргизетуғын болсақ, онда (ξ, η, ς) системасында өлшенген жақтылықтың энергиясы мынадай болады:

$$l^* = l \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}}.$$

Бул аңлатпадағы V жақтылықтың тезлиги. Буннан былай биз усы нәтижеден пайдаланамыз.

Мейли (x, y, z) системасында дене тынышлықта турған болып, оның усы системасындағы энергиясы E_0 болсын. Жоқарыда айтылғандай v тезлиги менен қозғалатуғын (ξ, η, ς) координаталар системасындағы усы денениң энергиясы H_0 болсын.

Мейли бул дене x көшери менен φ мүйешин жасайтуғын бағытта энергиясы $L/2$ шамасына тең болған толқын жиберсин $[(x, y, z)$ системасына салыстырғанда өлшенген] хәм усының менен бир ўақытта қарама-қарсы бағытта да тап сондай толқын жиберген болсын. Усының салдарынан дене (x, y, z) системасына салыстырғанда тынышлықта қалады. Бул процесс ушын энергияның сақланыу ызымының орынланыуы керек, қала

¹ *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* Ann. Phys., 1905, **18**, 639-641.

² Ann. Phys., 1905, **17**, 891. (1-мақала).

³ Сонда пайдаланылған жақтылықтың тезлигиниң тұрақлылығы принципі әлбетте Максвелл теңдемелеринде бар.

берсе салыстырмалық принципіне сәйкес энергияның сақланыу нызамы екі координаталар системасы үшін да орынланады. Егер биз (x, y, z) системасына салыстырғандағы дененің нурланыудан кейінгі энергиясын E_1 арқалы, ал (ξ, η, ς) координаталар системасына салыстырғандағы дененің энергиясын H_1 арқалы белгилесек, онда жоқарыда алынған қатнасты пайдаланып

$$E_0 = E_1 + \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{2} \right),$$

$$H_0 = H_1 + \frac{\hat{e}}{\hat{e}} \frac{L}{2} \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} + \frac{L}{2} \frac{1 + \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} \frac{\hat{u}}{\hat{u}} = H_1 + \frac{L}{\sqrt{1 - (v/V)^2}}.$$

екенлігін табамыз.

Екінші теңдіктен біріншісін алып

$$(H_0 - E_0) - (H_1 - E_1) = L \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} - 1 \right\}$$

аңлатпасына ийе боламыз. Бул аңлатпадағы $H - E$ түріндегі екі айырма да әпиұайы физикалық мағанаға ийе.

H хәм E бир бирине салыстырғанда қозғалатуғын, усы системалардың бирінде дене тынышлықта $[(x, y, z)$ системасында] туратуғын екі координата системаларындағы бир дененің энергиялары болып табылады.

Солай етип $H - E$ айырмасы бир системаға салыстырғандағы $[(\xi, \eta, \varsigma)$ системасындағы] дененің кинетикалық энергиясы K дан тек ықтыярлы аддитив C шамасына ғана парық қыла алады екен. Бул C шамасының мәнісі H хәм E лер үшін жазылған аңлатпалардағы ықтыярлы аддитив турақлыларды сайлап алыудан ғәрезли. Усыған байланысly хәм жақтылық шығарылғанда C шамасының мәнісі өзгеріссіз қалатуғынлығын басшылыққа алып биз

$$H_0 - E_0 = K_0 + C,$$

$$H_1 - E_1 = K_1 + C$$

деп болжай аламыз.

Солай етип биз мынаны аламыз:

$$K_0 - K_1 = L \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - (v/V)^2}} - 1 \right\}.$$

(ξ, η, ς) системасында салыстырғанда жақтылық шығарылғанда дененің кинетикалық энергиясы усы дененің тәбиятынан ғәрезсіз шамаға киширейеди. Усының менен бирге электронның кинетикалық энергиясы тезликтен қандай ғәрезли болса $K_0 - K_1$ айырмасы да тезликтен тап сондай ғәрезли (жоқарыда цитата келтирилген жумыстың 10-параграфы).

Төртінші хәм оннан да жоқары тәртиптеги шамаларды есапқа алмасақ

$$K_0 - K_1 = \frac{L}{V^2} \cdot \frac{v^2}{2}$$

аңлатпасын алыўға болады.

Бул теңлемеден егер дене L энергиясын нур түринде нурландыратуғын болса, онда оның массасының $\frac{L}{V^2}$ шамасына киширейетуғынлығы тиккелей келип шығады. Усының менен бирге денеден алынған энергияның нурланыў энергиясына туўры өтиўиниң әҳмийетли емес екенлиги айқын көринип тур. Сонлықтан бул жерде биз улыўмарак жуўмаққа келемиз.

Денениң массасы онда топланған энергияның өлшеми болып табылады: егер энергия L шамасына өзгеретуғын болса, онда масса сәйкес $L/(9 \cdot 10^{20})$ шамасына өзгереді. Бул аңлатпада энергия эрглерде, ал масса граммларда берилген.

Энергиясы үлкен дәрежеде өзгеретуғын затлар ушын теорияны тексерип көриў мүмкиншилиги жоқ емес (мысалы радий дузлары ушын).

Егер теория фактлерге сәйкес келсе, онда нурланыў нурланыўшы хәм жутыўшы денелер арасында инерция алып барады.

1905-жылы 27-сентябрде келип түсти.

Бул мақалада масса хәм энергия арасындағы байланыс биринши рет келтирилип шығарылған. Даңқлы $E = mc^2$ формуласына Эйнштейн буннан кейин де бир неше рет қайтып келеди.