تعبیر فیزیکی نسبیت از راه مکانیک کلاسیک

مهندس کاظم حسیبی

خلاصه ونتیجهٔ مقاله

چکیده:

در این مقاله نشان داده می‌شود که حداقل برای تعبیر پدیده های فیزیکی تا آنجا که از نسبیت خاص نتیجه می‌شود ، احتیاجی به‌اصل ثبات c ویکسانی آن در کلیهٔ محورهای گالیله‌ای نیست ، بخصوص که‌با قبول این اصل مجبور باشیم تغییر مجازئی واحد طول وتغییر واقعی واحد زمان را پذیرفته ومبنای زمان را تابع فاصلهٔ x ازمحور مختصات بدانیم ، نتایجی که هیچکدام با ذوق سلیم‌سازگار نیست ، در صورتیکه تنها با قبول تغییر واحد سرعت نور در محیط گالیله‌ای ناهمگن ، که‌از راه قانون جمع سرعتها بدست آمده ومساوی $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ می‌باشد ، کلیهٔ واحدهای تعریف شده برای تعیین جرم و طول وزمان ودیگر واحدها محفوظ خواهد ماند مشروط برآنکه تنهاسرعت‌نور در افق زمین ثابت ومساوی c قبول شده وزمان طی کلیه بازوهای نظیر بازوهای dl محیط همگن ، که مساوی $dt=\frac{dl}{c}$ می‌باشد ، در محیط گالیله‌ای هم مساوی همان زمان dt اختیار شود (حفظ واحد و مبنای‌زمان) .

این دید نشان می‌دهد که نه‌تنها سرعت نور تابع جاذبه در هر نقطه از فضا می‌باشد (دید نسبیت عام) بلکه در محیط گالیله‌ای‌هم تابع سرعت نسبی v است .

البته اگر واحد سرعت نور را که براساس قانون جمع سرعتها وضریب ناهمگن حساب شده ، بجای آنکه به c'_β نسبت‌دهیم به‌جرم m،چنانکه اینشتین کرده است ، نسبت دهیم . باز نتایج تجربی قابل توجیه است .

چند تعریف

قسمت اول

۱ــ مشخِص ــ مشخِص‌نقطه‌ازنظرخاصیت‌فیزیکی‌مفروض درسمت‌وامتداد معینی ، نقطه‌ای برآن‌سمت‌و امتداد است که فاصلهٔ آن ازنقطه مساوی بامقدارعددی‌آن خاصیت در سمت وامتداد مفروض باشد .

مکان هندسی مشخص‌های نقطهٔ معینی در تمام امتدادها را مشخِص آن نقطه‌ازنظر خاصیت‌فیزیکی مفروض یا ساده‌تر مشخِص نقطه نامیم .

مشخِص نقطه واقع برخطی‌بعلت وجود دوسمت ، دو نقطه؛ و مشخِص نقطهٔ واقع برسطحی یک منحنی مسدود ؛ و مشخِص نقطهٔ واقع در حجمی یک سطح مسدود خواهد بود که عموما "نقطه را احاطه‌می‌کنند .تمام امتدادهای ناشی ازنقطهٔ مفروض فقط یک نقطهٔ مشترک یا مشخِص نقطه‌دارند ،

۲ــ ظرف (گنجائی) و مظروف (گنجا) ــ وقتی به ظرفی نظر می‌کنیم دو چیز نظر ما را بخود جلب می‌کند : اول ماده یا گنجا (اعم از جامد یا مایع یا گاز) که ظرف را پر کرده ودوم گنجائی یا جائی که جسم مادی اشغال نموده است .درصورتیکه‌گنجا ماده‌ای بصورت مایع یا گاز باشدعلاوه بر نوع ماده غلظت آن نیز می‌تواند متفاوت باشد .

اگر گنجائی ،یعنی فضای خلاء مطلق نامحدود را در نظر بگیریم تمام‌سمتهای ناشی از هر نقطه وتمام نقاط واقع در

آن فضا ازهرنظرهمانند یکدیگر خواهد بود . در فضای اشغال شده ازماده اندازه‌گیری هر خاصیتی که انتشاری باشد ، مثلا " اندازه گیرئی سرعت صوت یا سرعت‌نور ، بمانشان‌می‌دهد که سرعتها نه‌تنها تابع نوع مادهٔ اشغال کننده می‌باشند ، بلکه اندازهٔ عددئی سرعت انتشارپدیدهٔ معینی‌در هرسمت‌وامتداد تابع نوع وغلظت ماده‌ای است‌که فضا را در آن سمت وامتداد پرکرده است‌ودر نتیجه‌سرعت انتشار هر پدیدهٔ فیزیکی در هر سمت وامتداد برحسب ماده وغلظتی که سر راه خود بدان برخورد کند در تغییر است .

۳ ــ همگنی وناهمگنی ــ بدیهی است که خلاء مطلق یعنی فضای خالی ازهرنوع ماده وهر پدیدهٔ فیزیکی دیگری ، بعلت همانند بودن تمام نقاط آن ، وهمانند بودن تمـــام امتدادهای ناشی ازهر نقطهٔ آن ، محیطی همگن است . در چنین شرایطی ، که فرض هر پدیدهٔ فیزیکی خود جز فرضـی غیر واقع نیست ، سرعت انتشار هر پدیده برای تمام جهات ناشی از نقطهٔ معینی از آن محیط، وبرای تمام نقاط مفروض در آن ، باید مقدار ثابتی تلقی گردد .

مکانیک کلاسیک برای فضای کیهانی ، که خلاء مطلق نیست ، با قبول فورمول $F=\frac{\gamma MM'}{R^2}$ وثبات γ ، محیط را همگن‌وانتشار جاذبه به‌آنی وبنابراین با سرعت لایتناهی قبول کرده وبه‌عبارت دیگر ، بطورکلی ، سرعت انرژی ازجمله نور را لایتناهی تلقی کرده است . اندازه گیرئی سرعت نور ، که بزرگ ولی محدود است ، فرض ضمنی وناصحیح مکانیک کلاسیک را ، که‌نامحدود بودن سرعت نور و انتشار آنی‌جاذبه در خلاء مصطلح فیزیکی است . به اثبات رسانیده است .

امادرفرض وجود گنجا (مظروف) درگنجائی (طرف) دو حالت‌اصلی‌ومتمایزمی‌تواند وجود داشته باشد : فرض‌اول ، که‌عموما "جز بصورت موضعی (النادرُکالمعدوم) نیست ،توزیع یکسان ماده در ظرف ودر تمام جهات‌ناشی از هر نقطهٔ آن می‌باشد . درچنین فرضی مشخّص کلیهٔ نقاط آن ظرف کره‌هائی که شعاع ثابت دارند خواهد بود . در فرض دوم ،که عمومیت کلی دارد ، توزیع ماده در هر امتداد ، ازنظر نوع وغلظت ، ازنقطه‌ای‌به‌نقطهٔ دیگر ،درتغییر بوده وبنابرآنچه که گذشت ، وتجربیات فیزیکی آن راثابت‌می‌نماید ، نه‌تنها مشخّص نقاط مختلف آن محیط ازنقطه ای به‌نقطهٔ دیگر در تغییر است ، بلکه اصولا " مقدار عددئی مشخّص در هر نقطه و هر سمت نیز تابع امتداد وسمت مورد نظر خواهد بود .

مشخّص تمام نقاط محیط همگن ، چه‌خلاء مطلق باشد (که فرض پدیده‌ای در آن نامعقول است) و چه محیط مادّی ، کره‌ای باشعاع ثابت‌وبمرکز نقطهٔ مورد نظر است ، درصورتیکه مشخّص محیط ناهمگن ،که‌اصولا "مادّی است ،سطح‌مسدود غیر مشخّصی خواهد بود که از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر عموما " در تغییر می‌باشد (شکل‌های ۱ و ۲) .

۴ ــ نوع محیط وحرکت ــ محیط همگن یا محیـــط اقلیدسی ، چه‌خلاء مطلق‌فرض شود وچه محیط مادّی یکنواخت باشد ،محیط سکونی بوده وفرض حرکت خودبخود فرض محال است . محیط ناهَمگن ، که اصولا " مادّی خواهد بود ، "برخلاف محیط همگن که سکونی است ، اگر جامد نباشد ، محیط حرکت و جنبش است و حرکت خودبخوددر آن نیز پدیده‌ای اجباری است ،چرا که محیط ناهمگن سیّال در حقیقت یک میدان نیرو است که نقاط‌آن نیز لاینقطع در حرکت نسبی هستند .

۵ ــ عکس‌العمل (واکنش)ــ درخلاء مطلق نامحدود ، یعنی درگنجائی ،بعلت‌آنکه‌ماده یاکششی وجودندارد "حرکت امری فرضی است واگر ازراه خیال نقطه‌ای فرضی را با نیروی تصور بحرکت در آوریم ، چون خلاء مطلق است ، " سرعت هرچه باشد "واکنشی‌در مقابل این حرکت فرضی وجودندارد ، برعکس‌درمحیط همگن مادّی ،درمقابل‌حرکت (که‌عاملی‌خارجی لازم دارد) ، ایجاد واکنش یا عکس العملی می‌شود که اثر آن ایجادناهمگنی محیط بوده وبرحسب‌آنکه‌حرکت‌بصورت‌ضربه‌ای یابا پشتوانهٔ نیروئی دائمی باشد اثر واکنش، برحسب مورد ، خاموش کردن یا محدود کردن سرعت متحرک خواهد بود .

در هر حال بمحض ایجاد حرکت ناشی‌از اثر نیروئی خارجی ، محیط همگن ناهمگن شده وناهمگنی بصورت موجی ، که عموما " سرعت آن بیش از سرعت متحرک است ، در درون محیط همگن انتشار یافته وانرژی خودرا از تحدید سرعـــت حرکت متحرک ،بوسیلهٔ واکنش، دریافت می‌دارد ،موج‌ایجاد ومنتشر شده مثلا " شامل موجی مادی وصوتی ، با ویا موجـی الکترومغناطیسی‌خواهد بود که شباهت به‌موج دوبروی خواهد داشت . طول موج نهائی تابع سرعت حدّ"متحرک تحت‌تاثیر نیروی پایدار بوده وشدت آن تابع جرم به حرکت درآورده شده می‌باشد . در مکانیک کلاسیک ، که محیط انتشار را خلاء تلقی می‌کند (فقدان واکنش) ، اگر حرکت در اثـــر ایجـاد ضربه‌ای بوجود آمده باشد حرکت جسم در امتداد مستقیـــم و با سرعت ناشی‌از ضربه ، همواره با سرعت ثابت ، ادامـــه خواهد یافت ودر صورتیکه قوه‌ای دائمی ، با شدت و امتداد ثابت ،عمل کند جرم حرکتی مستقیم وباشتاب ثابت ، یعنی

سرعتی که مرتبا " روبه‌افزایش می‌رود ، خواهد داشت .

بحث بالا اختلاف حرکت در خلاء مطلق و خلاء اصطلاحی فیزیکی راازطرفی ،ومحیط همگن‌غیر مشخص ازطرف دیگر نشان می‌دهد . ضریب عکس‌العمل (واکنش) در خلاء مطلق صفر ودر خلاء فیزیکی عددی کوچک ودر ملاء همگن ، برحسب غلظت وترکیب مادهٔ اشغال کننده ، عددی بزرگتر است‌که با افزایش سرعت نیز روبه‌افزایش وتغییر خواهد بود .

واکنش‌درمحیط ناهمگن‌مادی ــ محیط ناهمگن ،برخلاف محیط همگن که سکونی است ، بعلت میدانی که ناشی از ناهمگنی است ، محیط حرکت است واصولا " ناهمگنی نیز لاینقطع و خودبخود در تغییربوده وتابع زمان است . در محیط ناهمگن اگر نقطهٔ جرم داری‌ناگهان ظاهر شود اولا "جرم‌جدیدخود ، موجب تغییر ناهمگنی ، موجود شده و بعلت میدان ناشی از ناهمگنی موجود شروع به حرکت خواهد نمود وسرعت حرکت جرم وامتدادی که حرکت آن هر لحظه بخود می‌گیرد ، تابع شدت و سمت قوهٔ ناشی‌از ناهمگنی‌وسرعت لحظه‌ائی نقطه خواهد بود . جرم نقطه‌ائی آزاد ، تحت تاثیر میدان‌جاذبه ، پس از ایجاد تعادل لازم در هر نقطه از مسیر خود ، چنان سرعت وامتدادی خواهد داشت که محیط بلاواسطه وابسته به جرم متحرک نقطه‌ای همگن جلوه‌گر شود ، امری که وقتی تامین شد نشانهٔ خنثی شدن‌اثر ناهمگنی در اثر تغییرایجاد شده در سرعت حرکت و تغییر امتداد مسیر نقطهٔ جرم‌دار آزاد ، وموج انتشارئی ناشی از آن است .

تغییر سمت وتغییر سرعت نیز تابع سمت وشدت‌قوهٔ مثبت یامنفی‌ای است کهاز طرف محیط ناهمگن تاثیر می‌کند . مسیر جرم غیر مشخّص فرضی ، اصولا " مسیری است‌که‌ناهمگنی محیط ، با توجه به سرعت وسمت حرکت نقطه ، به‌آن جرم تحمیل می‌کندوبا مسامحه می‌توان گفت که نقطهٔ جرم دار مسیر سرگردانی دارد که بالاخره منتهی به سقوط وجذب آن توسط جرم پراثر دیگری می‌شود .

آنچه تابحال گفته شده متکی براصول ومبانی زیر و نتایج بدست آمده‌از آنهاست :

۱ ــ محیط همگن اعم‌از خلاء مطلق (گنجائی) و یا ملاء همگن ، محیط سکونی بوده وفرض حرکت خودبخود در آن محال است .

۲ ــ برعکس ، محیط ناهمگن ، که‌ناچار مادی است ، در واقع یک میدان پتانسیل ویا میدان قوه بوده ، ودر نتیجه نه‌تنهاخودلاینقطع در تغییر است ، بلکه هر نقطهٔ جرم‌داری که درآن واقع باشد در حرکت خواهدبود .

۳ ــ برای‌ایجاد حرکت‌در ملاء همگن قوه لازم است ، و دخالت‌قوه‌ای ثابت ،که بعلت‌واکنش محیط حرکت باسرعتی ثابت نتیجهٔ آن است ، محیط را ناهمگن خواهد نمود .

۴ ــ قوه‌که‌عامل‌ایجادحرکت است ، بصورت پتانسیل در محیط ناهمگن وجود دارد و حرکت هر نقطهٔ مادئی آزاد باچنان سرعتی‌انجام می‌گیردکه‌محیط بلاواسطه وابسته‌بدان ، همگن جلوه کند .

۵ ــ تغییرانرژئی حرکتی‌متحرکی‌بین‌دو نقطه ازمسیر آن‌درمحیط ناهمگن ،بعلت‌وجودعکس العمل ،حداکثرکمتر از تغییرانرژی پتانسیل موضع متحرک درهمان دو نقطه خواهد بود .

۶ ــ سرعت انتشار موج انرژی ناشی از عکس‌العمل درهر نقطه وهر سمت وامتداد ، محتملا " همان سرعت انتشار موج دوبروی‌خواهد بود .

۷ ــبنظرما ، چنانکه نشان‌خواهیم داد ، بین‌جاذبهٔ ثقلی ، از نظر شدّت وسرعت نور ، ارتباطی وجود دارد که محتملا " ،ولااقل درتعریف اول ، رابطهٔ معکوس‌بین قوه‌جاذبه و سرعت نور است .

۶ ــ همگنی کروی‌یا همگنی نیوتنی ــ فضائی راهمگن کروی نامیم وقتی درگنجائی لایتناهی فقط یک نقطه باجرم کروئی‌همگن‌وبدون‌حرکت محوری وجود داشته باشد . در چنین فرضی طبق مکانیک کلاسیک قوهٔ جاذبه برواحد جرمی فرضی واقع درهریک‌ازنقاطِ‌سطح‌کره‌ای به‌مرکز نقطهٔ جرم دار وبشعاع R مساوی $\frac{\gamma M}{R^2}$ است که خود نتیجهٔ پتانسیلی مساوی $\frac{-\gamma M}{R}$ خواهد بود .

۷ ــ همگنی‌همزادونتایج‌حاصل از آنــ اگر درفضای ناهمگن غیر مشخّص ، مشخّص نقطهٔ مفروضی از آن در لحظه t در دست‌باشد،وبه‌جای استفاده از واحد طول مطلق ، که ثابت ولاتغییراست ،واحد طول‌درامتداد وسمت غیرمشخص ناشی از نقطه‌رامتناسب یامساویِ شعاع مشخّصِ نوری درآنَ سمت‌اختیار نمائیم ، مشخّصِ نقطه ، که‌ازنظر فرم و معادله می‌تواند هرسطح یک شعاعیِ غیر مشخّص باشد ، تبدیل به‌یک کره به‌مرکز نقطه‌وبشعاع معیّن ویا بشعاع واحد خواهد شد که مشخّصِ یک محیطِ همگن بمرکز آن نقطه جلوه‌گر خواهد شد . محیط همگن بدست آمده براین اساس، محیط همگن همزاد محیط ناهمگن اصلی خواهدبود (شکل ۲) با در دست داشتن مقدار عددئی خاصیت موردنظر در محیط همگنِ همزاد و در دست داشتن واحدهای‌اختیارشده برای تبدیل مقدار عددئی آن خاصیت در سمت وامتداد dR مفروضی ، مقدار عددی

خاصیت مفروض در امتداد مربوطه را می‌توان محاسبه‌نمود .

بنظرما، رویه‌ای‌که‌اینشتین‌برای‌تعیین‌وبیان‌پدیده‌های فیزیکی ،براساس‌نسبیت‌خاص‌بکاربرده‌است‌براساس‌چنین‌تبدیلی بنانهادهشده‌است .درنتیجه ،وبعلت‌فرض‌ثبات درکلیهٔ‌محورهای گالیله‌ای ، اینشتین‌مجبور شده‌است‌واحدطول‌وزمان برای‌محور متحرک‌تلقی‌شده‌را متفاوت‌باواحدهای‌مطلق‌اختیارکند . همگنی تصنعی‌محیط وابسته‌به‌محورگالیله‌ای‌متحرک‌و ناهمگن در واقع توسل‌به‌همگنی‌همزاد محیط ناهمگن‌بوده‌است . (شکل ۳) .

تعبیر ماازنسبیت خاص، که تمام نتایج حاصـــل از نسبیت خاص را همراه دراد ، متکی براثبات این نکته است‌که سرعت‌نوردرامتدادهای x,y و بـــا $\lambda=\frac{V}{C}$ درمحورهای ناهمگن نسبت به محوراصلی همگن c بجـــای $(C \mp V)$ و $C\sqrt{1-\lambda^2}$ که ازقانون جمع سرعتها نتیجه می‌شود در امتداد سرعت V ، برحسب سمت باید مساوی $C_{\pm}=\frac{C \pm V}{\sqrt{1-\frac{V^2}{2}}}$ ودر امتداد عمود بر V مساوی C اختیار شود ودر نتیجه مشخص نوری در محیط گالیله‌ای ناهمگن یک بیضوی دورانی است‌که‌مرکزمختصات محورهای متحرک در یکی‌از دو کانون‌آن بیضی خواهدبود .

گفتیم در تعبیر ما ، ومنظور از آن این واقعیـــــت است که فورمولهای لورنتز ، که اینشتین آن را از راه دو فرض ثبات c در کلیهٔ محورهای گالیله‌ای (فرض غیر فیزیکی) ، و منعکس بودن محورها (فرضی که‌برای خروج از ابهام‌واستخراج ضریب $\frac{1}{1-\lambda^2}$ ی فورمولهای لورنتز لازم شده) بدست آورده است ، هردو تفسیری از واقعیت تغییر واحد سرعـــت نور در محیط ناهمگن‌گالیله‌ای است ، که با فرض $\lambda=\frac{V}{C}$ فورمول $C'_{\pm}=\frac{C(1\mp\lambda)}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ در امتداد V ، بجای ثبات و مساوی C تلقی کردن آن در هر دو محور می‌باشد . ولی‌اگر بجای فورمول واقعیٔ $C'_{\pm}=\frac{C(1\mp\lambda)}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ در محیط ناهمگن نیزسرعت انتخابی نوررا C تلقی کنیم ، مجبوریم طبق رویهٔ محاسباتی اینشتین ،بجای فورمولهای تبدیل مکانیک کلاسیک که $x'=x\pm Vt$ $t=t-t_0$ می‌باشد ، فرمول های $x'=\frac{x-Vt}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ و $t'=\frac{t-\lambda\frac{n}{C}}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ ، با فورمولهای عکس را بکاربریم که فورمولهای لورنتز است و در هر دوفورمول ، بعلت فرض ثبات C در هر دو محور ، بجای سرعت های واقعیٔ نور ، ناچار شده‌اند واحد زمان و واحـــد طول را متغیر تلقی کرده و واحد حقیقیٔ t را مســـــاویٔ $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ و واحد ظاهری طول را مســـــاوی $\sqrt{1-\lambda^2}$ قبول نمایند . علاوه در فرض ثبات C،که فورمولهای لورنتزازآن نتیجه می‌شود ، مبنای‌زمانی در محیط متحرک نیز کمیت متغیری خواهد بود که تابع سرعت C و V و طول x می‌باشد .

فرضهای مبنا در طرح تجربهٔ مایکلسن‌وانتظارنابجای تعیین سرعت مدارئ زمین ــ محوروابسته به‌خورشید محـــور مبنا با سرعت نورثی ثابت C اختیار شده وسرعت نور ، در محیط وابسته به زمین با سرعت مدارئ " V،طبق قانون جمع سرعتها ، محاسبه گردیده ، وبراساس سرعتهای محاسبه‌شده برای دو امتداد عمودبریکدیگر ،که یکی موازئ سرعت مدارئ زمین ودیگری عمود برآن باشد ، زمان رفت و برگشت نور از دو بازوی بطول dl بترتیب $T_v=\frac{2dl}{C(1-\lambda^2)}$ و $T=\frac{2dl}{C\sqrt{1-\lambda^2}}$ بدست آمده‌که‌این نتیجه نوید میداد که سرعت مداری زمین قابل محاسبه باشد . ولی تجربهٔ میکلسن ، برخلاف انتظار ودر کلیهٔ فصلها ، نشان داد که $T = T_v$ می‌باشد . تناقضی که بین‌تجربه‌ومحاسبه‌خودنمائی‌کرد ،پس‌از ۲۵ سال‌سرگردانی فیزیکدانان ،درسال ۱۹۰۵ توسط اینشتین‌براساس‌تئوریٔ‌نسبیت خاص وبشرح‌جدول‌شماره ۱که رویه محاسباتی‌اینشتین‌است .

طبق جدول شماره ۱ وبرخلاف رویهٔ اینشتین کـــه حاصلضرب ct دراد را در محاسبه دخالت میدهد ، تاآخـــر محاسبه که به‌رابطهٔ (λ') منجر گردیده ، حاصلضرب $(Ct)'$ حفظ شود مشاهده می‌گردد که اگر در آن رابطه ، طبق فرض مبنائی انیشتین سرعت‌های نوردرهردو محور ثابت ومتحرک یکسان اختیار شود،تبدیل های نورانتز (که تغییر واقعی‌واحد زمان و تغییر ظاهرئ واحد طول وتغییر پذیرئ مبنای زمـــان را الزامی می‌کند) بدست میآید . اما اگر t ؤt را مساوی هم بگیریم (حفظ واحد ومبنای زمان) تبدیل های پیشنهادئ ما که هردودرپائین جدول شمارهٔ ۱ منعکس‌است‌بدست‌خواهد آمد . تفاوت دید مابارویهٔ پیشنهادی اینشتین این است که اینشتین حرکت‌رانسبی و دومحور مختصات گالیله‌ای‌راهمانند ومتعاکس یکدیگرتلقی کرده‌و ، محیط‌وابسته به افق‌رفتن را همگن وبسرعت‌نوری‌c و محیط مدارئ زمین را محیط ناهمگن که سرعت نور در آن تابع سمت وامتداد است می‌دانیم .

دیدما صفربودن نتیجهٔ تجربهٔ مایکلسن رابدیهی جلوه‌گر می‌سازد ودر عین حال بااحساس فیزیکی همگان کـــه به قانون جمع سرعتها رهبری می‌کند سازگارتر است .

حاصل‌دید ما این‌است‌که‌سرعت نور در محیط ناهمگن مداری بایستی براساس قانون جمع سرعتها تاکه صحت آن‌در خلاء منطقی‌است ،محاسبه‌شودوعلاوه بعلت وجود ملاء ضریب ناهمگنی $\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ باید بدان افزوده‌شود .البته اگرطبق دید اینشتین ضریب $\frac{1}{1-v^2/c^2}$ را به‌جرم m نسبت‌دهیم

سرعت در محیط ناهمگن $c'_{\pm}=c\pm v$ خواهدبود بدون آنکه تغییری درنتایج ناشی‌ازتعبیر انیشتین ویادیدمانیز که بهمان نتایج می‌رسد تغییری حاصل شود .

قسمت‌دوم

"تعبیرفیزیکی "نسبیت‌واستخراج‌نتایج نسبیت‌خاص وعام براساس مکانیک کلاسیک"

مشخّص ــ چون مشخصات هر پدیده‌ای در تمام‌نقاط محیطی همگن ، چه ملاء و چه خلاء مطلق ، در تمام نقاط‌ودر تمام‌جهات‌ناشی ازهرنقطه‌ثابت‌است ، مشخّص آن پدیده در محیط همگن مفروضی درکلیهٔ نقاط ، کرهٔ معینی بشعاع ثابت خواهد بود . (شکل ۱ و شکل ۴)

درمحیط ناهمگن که ناچارملاء است ، چون مشخصات پدیده در هر نقطه تابع زمان وسمت وامتدادناشی از آن‌نقطه بوده واز نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر در لحظهٔ مفروضی در تغییر است ، هرنقطه‌دارای‌مشخّص‌خاصّ‌خودبوده‌ومشخّص‌می‌تواندسطح مسدود غیرمشخصی و تابع زمان باشد که نقطه در درون آن قرار دارد . (شکل ۲ و شکل ۳) .

چون حرکت‌لحظه‌ئی هر متحرک در محیط ناهمگن غیر مشخصی رامی‌توان حرکت گالیله‌ائی لحظوی تلقی کرد ، نتیجهٔ چنین دیدی این می‌شودکه لااقل سطوح افقیِ وابسته به هریک از کرات سماوی (که لاینقطع در حرکت متغیری می‌باشند) درهر لحظه محیطی همگن باشد ، ونتیجهٔ تجربهٔ مایکل سن ،در هر ثابت یا سیاره‌ای ، ازآنجمله زمین خودما ، بعلت‌همگنی (یعنی‌ثبات c در کلیهٔ جهات‌افق) ،صفربوده‌باشد.

این فرض حقیقی مبنای طرحی است که مابجای رویهٔ اینشتین در نسبیت خاص،برای نتیجهٔ صفر تجربهٔ مایکل‌سن و (تئوری مبتنی برآن) مورد استفاده قرار می‌دهیم .

فرضهای‌ضمنیِ‌محاسبات‌مکانیکی‌وریاضی‌ــ درهندسهٔ اقلیدسی ومحاسبات ریاضی‌ومکانیک کلاسیک شروط ضمنیِ زیر اساس ومبناست :

۱ ــ محیط همگن تلقی شده است (معمولا" خلاء مطلق) ، ۲ ــ واحد طول و واحد زمان ، که براساس قرارداد ، در محیطی که سرعت نوری c حکم‌فرما است ،اختیار شده ، درتمام نقاط ،وتمام‌جهات نشاق ازهر نقطه ، و تمام‌محورها ، اعم از ساکن‌یا متحرک ، یکسان اختیار وتلقی شده است . ۳ ــ در دینامیک کلاسیک محیط (گنجائی) خلاء مطلق فرض‌شده است وجز جرم وقوهٔ عمل کنندهٔ فرضی ما عامل دیگری در تعیین سرعت‌جرم ومسیر آن دخالت ندارد ، فرضی که به‌نظر ما با واقعیت فیزیکی توافق ندارد . ۴ ــ محور مختصات مبنا نسبت‌به‌خلاء همگن ، محور مختصات ثابت تلقی شده است .

۵ــ تعیین‌تغییرمختصات مسیرحرکت متحرک ،از محورمختصات اصلی نسبت به محور مختصات گالیله‌ائیِ مفروضی ، فقط یک تغییر محور مختصات بوده وفرم وخصوصیات مسیر حرکت و متحرک وعوامل ایجاد کننده و یا موثرآن را تغییر نمی‌دهد و در نتیجه: $x'=x\pm vt$ و $t'=t\pm t_o$ خواهد بود (تبدیلهای گالیله‌ای) .

تبصره ــ بعلت فرض خلاء مطلق در مکانیک کلاسیک ، در هر مدتی،در اثر وجود عکس‌العمل ، که عامل جدیدی است وروی سرعت متحرک اثر می‌گذارد ، قوانین حرکتیِ ناشی از مکانیک کلاسیک دقیق نیست (عدم‌دخالت نیروی ناشی ازواکنش ملاء روی حرکت متحرک) .

دیدما درتوجیه‌تجربهٔ مایکل‌سن ونتایج محاسباتی ناشی‌ازآن:

در دیدما ، انتظار اینکه نتیجهٔ تجربهٔ مایکل‌سن (شکل ۵) مخالف صفر باشد ، بعلت همگن بودن افق وابسته به‌هرسیاره‌یا ستاره از جمله زمین ، انتظاری نابجا بوده‌است .

قبل از اینکه ازدید خاص بالا ، که همگنیِ محیط افق وابسته به هرسیاره یا ثابتی می‌باشد ، برای محاسبات خود و فورمولهای‌تبدیلی که بعضا" ازنظر متغیر وفرم نسبت به تبدیلهائی که نسبیّت‌خاص برآن متکی است اختلاف دارد استفاده کنیم ،بی‌موردنیست‌که‌دیدفیزیکی‌خودراجع به‌نسبیت اینشتین رابسرعت ازنظر بگذارنیم .

۱ ــ دردومحور ثابت‌ومتحرک‌گالیله‌ای ، اگر ثبات c به‌این معنی باشد که باثابت تلقی کردن c در یک محور (محیط همگن) ، مقادیر عددیِ واقعیِ بدست آمده ازاندازه‌گیریهای فیزیکی رامی‌توان در محور متحرک‌وناهمگن‌گالیله‌ای محاسبه‌نمود درست است ،ولی‌اگرمنظور ثبات ویکسانیِ واقعی سرعت نور در دو محور گالیله‌ای باشد ، ازنظر فیزیکی درست نیست .

۲ ــ در فرضیهٔ نسبیت‌خاص اینشتین که برفورمولهای لورنتز مبتنی است ، در واقع کوشش شده که فورمولهای‌لورنتز توجیه شود وبرای این منظور دو فرض زیر ، که در نظر ما غیر ضروری است ، مبنا قرار داده شده: اول ثبات سرعت نوردر کلیهٔ محورهای گالیله‌ای اعم‌از ساکن یا متحرک بدون آنکه ثبات آن درهمه محورها ضروری باشد ، زیرا تنها قبول ثبات c در محور وابسته‌به زمین‌توجیه کافی‌برای صفر بودن‌نتیجهٔ تجربهٔ مایکل‌سن است . دوم فرض متعاکس بودن محورها که برای بدست‌آمدن‌ضریب $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ ی فورمولهای لورنتز

ضروری بوده ودر نظر ما فرضی غیرفیزیکی جلوه می‌کند ،زیرا اگر محیط‌وابسته به‌زمین همگن باشد ، ناچار ، وبعلت حرکت مدارئی‌زمین ،محیط‌وابسته به‌خورشید محیطی ناهمگن‌خواهد بود ، وچون‌دو محیط‌از دو نوع اصلی مختلف هستند ، فرض متعاکس بودن محورها ، اگر به‌علّت فرض ثبات سرعت C ی نور در هردو محور باشد معقول ،و درغیرآن ناصحیح بوده است .

علاوه بفرض آنکه ایرادی به فرض ثبات Cدرکلیهٔ محورهای گالیله‌ای و فرض اضافئ متعاکس‌بودن محورها وارد نباشد ،نتیجه‌های حاصل‌از نسبیت خاص‌را ،بدون لزوم تغییر واحد طول و واحد زمان وتبعیت مبنای زمان‌ازفاصله ، وتنها بامتغیّر بودن سرعت نور در محیط ناهمگن وقبول فورمول‌کلی $C'_{\pm}=\frac{C+V}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ بجای فورمول $C_{\pm}=C\pm V$ می‌توان بدست آورد . توضیح آنکه فورمولهای تبدیل لورنتز صورتی از این فورمول است زیرا باضرب طرفین رابطهٔ بالا در t رابطهٔ $C'_{\pm}t=\frac{(C\pm V)t}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ حاصل می‌شودوباتوجه به تساوی‌های $x=Ct$ $x'=Ct'$ فورمول اول لورنتز یعنی $x'_{\pm}=\frac{x\pm Vt}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ وباتقسیم‌رابطهٔ اخیر برثابت C ،وباتوجه به رابطه هـای $t=\frac{x}{C}$ ، $\frac{x}{C}=t$ و $\frac{x'_{\pm}}{C}=t'$ ، که رابطـــهٔ $\frac{x'_{\pm}}{C}=\frac{\frac{x}{C}\pm\frac{Vt}{C}}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ رابـدست می‌دهد ، رابطـــهٔ $t'_{\pm}=\frac{t\pm\frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1-\gamma^2}}$ یعنی فورمول دوم تبدیل های‌لورنتز بدست می‌آید (برای سمت مثبت وسمت منفی محور $\acute{O}x$ که نقطهٔ $\acute{O}$ بفاصله $\frac{V}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ ازنقطهٔ O‌ی محورها Ox قرار خواهد داشت) .

نتیجه نتیجهٔ‌بحث‌بالااینکه ،برای‌توجیه خواص فورمولهای تبدیل‌لورنتز وبدست آوردن آنها ، به هیچ وجه احتیاجی به فرضهای دورازذهن وبعضا "نامعقول ثبات سرعت C ی نوردر کلیهٔ محورهای گالیله‌ای ، ومتعاکس بودن محورها ، نیست و طبق دید عادئ مکانیک کلاسیک ، وتنها با دخالت ضریـب $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ (که می‌تواند به عکس‌العمل ملاء محیط‌روی متحرک ویا بالعکس تعبیر گردد) کلیه نتایج نسبیت خاص‌را می‌توان توجیه وبیان نمود .البته سرعت ثابت C ی نور در محیط همگن افق زمین ، بصورت ثابتی در محور دیگر کـــه گالیله‌ای وناهمگن بیضوی است ، جلوه‌گر می‌شود و می‌توان سرعت نور در محور وابسته به محیط ناهمگن گالیلـــه‌ای را براساس این ثابت وسرعت نسبی V با استفاده از قانون‌جمع سرعتها تعیین نمود :

$$C'_{\pm}=\frac{C\mp v}{\sqrt{1-\lambda^2}}$$

ناگفته نگذاریم که دید بالا ، که بریک دید فیزیکئ متداول متکی‌است ، مانع از استفاده از رویهٔ محاسباتـــی اینشتین درنسبیت‌عام (که استفاده ازتئوریٔ‌انوریانس است) نمی‌باشد ،در دید ما ، باقبول C‌ی ثابت در افق زمیـــن ، و تغییرآن دراثر حرکت گالیله‌ای تغییر سرعت نور با شتاب که ناشی از نسبیت عام است ، امری بدیهی است زیرا وجـــود جاذبه که عامل شتاب است موجب تغییر سرعت Vودر نتیجه تغییر سرعت نور می‌شود .

این نکته راهم در اینجا اضافه کرده باشیم که صفر بودن نتیجهٔ تجربهٔ مایکل‌سن در لحظه کوتاه تجربه ، در کلّیهٔ نقاط ودر سطوح افقئ زمین ، ثبات عددی C درتمام طول مسیرمدارئ زمین را الزامی نمی‌کند ، بلکه در دیدمـــا وبه‌دلایلی‌که بعدا " ارائه خواهد شد سرعت C ی نور وسرعت مدارئ زمین ، بعلت تغییر جاذبه در طول سال ، لاینقطـــع در تغییر بوده ودارای‌یک‌سیکل‌سالیانه خورشیدی،وحتی‌بعلت نزدیکی ماه به زمین ، یک سیکل ماهیانهٔ قمری نیز می‌باشد و یکی ازعلل تغییر وتقریب سرعت‌های اندازه گیری شدهٔ نور در سطح زمین همان عوامل سالیانه وماهیانهٔ بالامی‌باشد .

محاسبهٔ تغییرات نسبی جاذبهٔ ماه وخورشید در سطح دریاها

چون منظورتغییرات نسبی است وزن زمین می‌تواند واحد اندازه‌گیری باشد و بنابراین کافی است بجای فورمول جاذبه که $F=\frac{\gamma MM'}{R^2}$ می‌باشدمابراساس‌واحد جرم‌که‌جرم زمین تلقی شده وبا حذف γ از رابطهٔ بالا از فورمول $F=\frac{M}{R^2}$ استفاده کنیم . ارقامی که درمحاسبات زیر مورداستفاده واقع شده ، جز خارج از مرکز بودن مدار زمین ، از آنسیکلوپدیـــا آمریکانا استخراج شده است .

وزن‌بواحد زمین|وزن زمین = ۱ ، وزن ماه = ۶۰۱۲۲۸ ،
وزن خورشید = ۳۳۳۴۰۰
فاصله به کیلومتر| شعاع زمین = ۶۳۷۱ ، فاصله ماه حداقل ۳۵۷۰۰۰ ، فاصلهٔ متوسط‌خورشید 150×10^6 حداکثر ۴۰۷۰۰۰

متوسط‌جاذبهٔ نسبی جرم زمین در سطح دریاهـا ، وقتی جرم زمین‌واحد اختیار شود ، مساوی است با :

$$\frac{1}{(6371)^2}=25\times10^{-9}$$

متوسط‌جاذبهٔ نسبئ خورشیددر سطح زمین باقبول اینکه جرم‌خورشید ۳۳۳۴۰۰ برابر جرم زمین است :

$$\frac{333400}{(150\times10^6)^2}=1/48\times10^{-12}=14/8\times10^{-13}$$

تغییرفاصلهٔ خورشیداززمین باقبول فاصلهٔ کانونی مدار زمین بدور خورشید که مساوی $\frac{1}{300}$ اختیار شده:

$$\frac{150\times10^{6}}{300} = (0/5\times10^{6})^{km}$$

اختلاف نسبیٔ جاذبهٔ خورشید در مدار راس السرطان ومدار راس الجدی (افزایش ونقصان $0/5\times10^{6}$ از فاصله متوسط 150×10^{6}):

$$\frac{333400}{(155\times10^{6})^{2}} - \frac{333400}{(149/5\times10^{6})^{2}} = 2\times10^{-13}$$

تغییر نسبی جاذبه خورشید نسبت به جاذبهٔ زمین در نزدیکترین ودورترین‌فاصله خورشید از زمین:

$$\frac{1}{125000} = \frac{2\times10^{-4}}{25} = \frac{2\times10^{-13}}{25\times10^{-9}} = 8\times10^{-6}$$

رقمی‌که ازردیف تغییرات‌بدست آمده ازاندازه‌گیریهای‌سرعت نور در فصول‌مختلف سال‌می‌تواندمحسوب‌گردد.

برای آنکه این نوع مطالعه صورت کاملتری داشته باشد لازم است حداکثر تغییر اثر نسبیٔ ماه برسطح زمین را نیزمطالعه کرده باشیم وباتوجه به فاصله حداقل وحداکثر ماه از زمین حداکثرتغییر نسبی جاذبه ماه در سطح زمین مساوی است با:

$$\frac{0/01228}{(357000)^{2}} - \frac{0/01228}{(407000)^{2}} = 0/22\times10^{-13}$$

حداکثر تغییر نسبیٔ اثر ماه،که سیکل آن ماهیانه است، طبق ارقام بدست آمدهٔ بالا از $\frac{1}{9}$ حداکثر تغییر اثر جاذبهٔ خورشید که سیکل سالیانه دارد تجاوز نمی‌کند.

نتیجهٔ کلی‌ای که‌از محاسبات بالا بدست می‌آیداین است که عامل اصلیٔ جاذبه‌در سطح زمین جاذبهٔ ناشی ازجرم خود زمین‌است زیرا اولا" حداکثر تغییر جاذبه خورشید وماه در سطح‌زمین از حدود $\frac{1}{150000}$ جاذبه ناشی از جرم زمین تجاوز نمی‌کند ودر عین حال تغییرات جاذبه خورشید و ماه درسطح زمین،علاوه برسیکل‌متفاوت آنها، عملا" همیشه امتدادهای‌متفاوتی نسبت‌به امتدادجاذبه‌زمین‌دارند ودرنتیجه تاثیر کمتری در تغییر نسبی بالا خواهند داشت.

نتیجه‌گیری ــ منظوراز محاسبات بالا اصولا" این بود که نشان دهیم که تغییر جاذبهٔ ثقلی منتجّه در سطح زمین: که شامل تغییر جاذبهٔ خورشید در طول مدار زمین وتغییرجاذبه ماه،درمدارخود،درسطح زمین است، وجاذبه ثابتی ازمجموعهٔ کیهانی بایدبرآن اضافه یا کم شود از $\frac{2}{300000}$ که حدود خطای اندازه‌گیریٔ سرعت نوراست تجاوز نمی‌کند. این رقم می‌تواند دلیلی برصحت دیدماباشد که سرعت نوراصولا" در هر نقطه ازفضا تابع مشخّص جاذبه در آن نقطه خواهد بود.

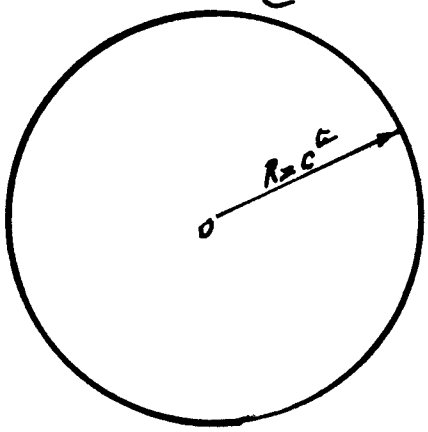
برخلاف نظریه ای که مبنای ناکامیٔ ناشی از تجربهٔ مایکل سن شده،واینشتین را در توجیه نتیجهٔ صفر آن تجربه، بدون آنکه الزامی در پیش باشد، به فرضیهٔ ریاضی نسبیت خاص کشانیده‌است، دردیدما بجا بود که سرعت نور درمحیط وابسته به افق زمین در هر نقطه از مدار،بعلت خنثی شدن‌اثر جاذبه، ثابت قبول می‌شد، فرضی که خودتوجه‌کنندهٔ نتیجهٔ صفر تجربهٔ مایکل بوده، وسرعت نور تابع سمت را به محیط وابسته به‌خورشید ومحور مدارئی‌وابسته بدان،که محیطی ناهمگن است، نسبت می‌دادند(ناهمگنیٔ جاذبه ثقلی درطول مدار زمین، عاملی که خود مسئول ایجاد مدار بیضوی شکل زمین بدور خورشید است).

اما در دیدما، به‌دلیل اینکه مدار زمین یک بیضی است که خورشید در یکی‌از دو کانون آن قرار دارد، وجاذبه تابع فاصله‌از خورشید می‌باشد، محیط‌وابسته به‌خورشیدکه‌از نظر ثقلی عملا" ناهمگن کروی است، از نظر سرعت نور نیز ناهمگن باید تلقی شود، و ناهمگنیٔ جاذبه که موجب ایجاد مدار بیضی شکل زمین بوده، وهمواره روی زمین تاثیر می‌کند، اثرش که تغییر سرعت مدارئ زمین‌است مانع همگنیٔ محیط وابسته به‌افق‌زمین، ازنظر سرعت نوری نخواهد،بود زیراطبق تعریف افق، تغییر جاذبه، ناشی از هر عاملی بوده باشد، صفر است.

بطور کلی قانونی که حرکت وضعی وانتقالی وتغییر محور دورانی کلیه ستاره‌ها وسیارات‌واقمارآسمانی را،درمحیط ناهمگن کیهانی،اداره‌می‌کند، همین میل به ایجاد همگنی در محیط‌بلاواسطه متصل به‌افق اجرام آسمانی می‌باشد، تا اثر قوه‌ناشی از ناهمگنی را خنثی کند،قانونی که در مورد حرکات مداری زمین نیز حکمفرماست.

تبصره ــ اگر، برخلاف‌انتظارغلطی که در نظر ما ناشی ازفرض غلط‌ثبات C درمحورهای مختصات وابسته به‌خورشید بوده است، نتیجهٔ تجربهٔ مایکل‌سن صفر بوده، باید والزامی است که قبول کنیم، وحتی قبول کرده باشیم، **که سرعت نور درهر لحظه‌در سطح افق وابسته‌به‌زمین در تمام جهات ثابت است،**

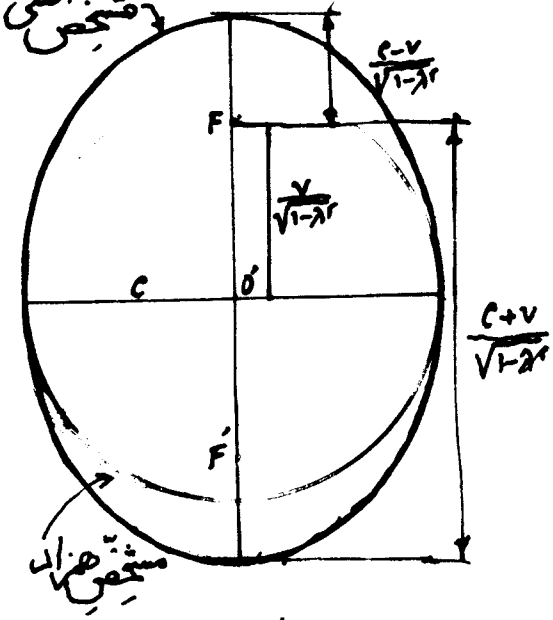
مقطعی از مشخص محیط همگن ساکن در تمام جهات کره با شعاع ثابت $R=c^{te}$



(شکل : ۱)

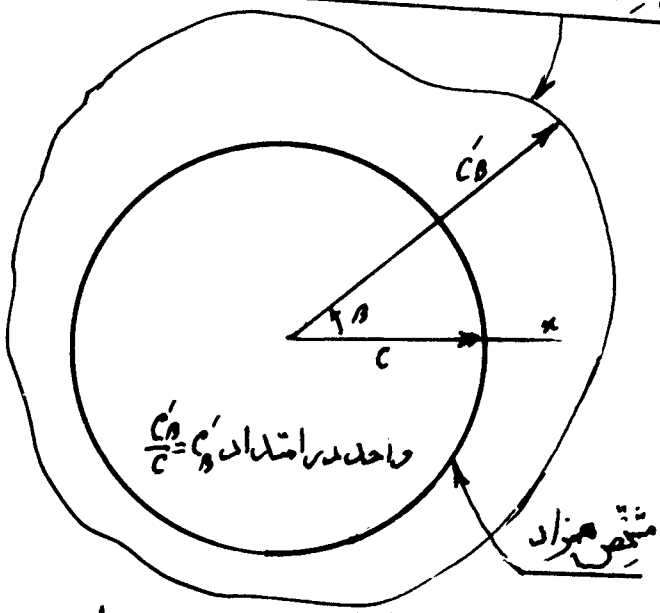
مشخص محیط ناهمگن کالله‌ای

محیط وابسته به خورشید



(شکل ۳)

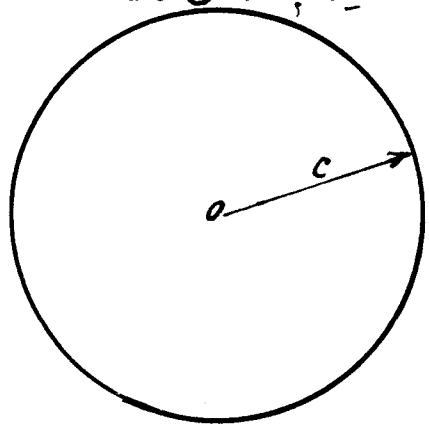
مقطع مشخص نوری محیط ناهمگن غیر مشخص در نقطهٔ O و غیر مشخص



(شکل ۲) رؤیه نسبیت خاص

مشخص محیط همگن موضعی

محیط وابسته به افق زمین



(شکل : ۴)

بدون آنکه جاذبه ویا سرعت نور در هر نقطه از مدار ثابت و درافق‌های مختلف از سطح زمین یکسان بوده باشد.

رویهٔ استدلالی ما ـ درروبه‌ای که ما بجای تئوریٔ نسبیت پیشنهاد می‌کنیم، بدون آنکه روابطی که از این راه بدست می‌آوریم خللی به‌نتایج ناشی ازنسبیت وارد نماید، نیازی به‌هیچیک از فرضها ونتایج ناشی از فرض نسبیت خاص نیست (فرضی که ثبات c در کلیهٔ محورهای گالیله‌ای ومتعاکس بودن محورها ودر نتیجه تغییر واحد زمان و واحد طول وتغییر مبنای زمان وتبعیت آن از فاصله را ایجاب می‌نماید)، بلکه عموماً" دیدگاههای مکانیک کلاسیک (چه ازنظر قانون جمع سرعتها، وچه مطلب تلقی کردن واحد طول و واحد زمان، که همهٔ اذهان آن رامنطقی وقابل قبول تلقی کرده و بدان خو گرفته‌اند) مورد تائیدما بوده و همه جا در محاسبات خود آن دیدگاههای منطقی را با در نظر گرفتن ضریب ناهمگنی، مورد استفاده قرار خواهیم داد.

در اثبات عدم نیاز به‌مبانی وتحمیلات نسبیت خاص، که در بالا بدانها اشاره شد، کافی است در اینجا تکرار کنیم که هردوفورمول تبدیلهای لورنتز، که بروی از محورهای متحرک بر اساس xو t ی محورهای ثابت تلقی شده محاسبه می‌شوند، چنانکه قبلا" محاسبه کرده‌ایم، از قبول تعبیر سرعت نور برای دو سمت متقابل از محیط ناهمگن بصورت $c'_{\pm}=\frac{C\pm V}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ بجای فورمول گالیله‌ای $c'_{\pm}=C\pm V$ نتیجه می‌شود.

در اینجا به‌این واقعیت اشاره کرده باشیم که بین فورمولهای لورنتز (که رابطه' x و' t با x و t می‌باشد) و فورمولهای $x'_{\pm}$ و $c'_{\pm}$ پیشنهادی ما، که براساس حفظ واحد مطلق طول و واحد مطلق زمان متکی می‌باشد و عبارتند از

$$c'_{\pm}=\frac{C\pm V}{\sqrt{1-\lambda^2}} \quad , \quad x'_{\pm}=\frac{x\pm Vt}{\sqrt{1-\lambda^2}}$$

همانندیٔ خواص وجود دارد. بعبارت دیگر هم فرم معادلات ماکسول وهم فرم $x^2+y^2+z^2=c^2t^2$ را حفظ می‌نماید. منتها، درمعادلات ماکسول که مشتق‌نسبت بزمان‌وجوددارد، بایستی بجای dt که تابع x است ازرابطه‌های dt=dt' وبجای $\frac{PW}{C}$ ، $\frac{PV}{C}$ ، $\frac{PU}{C}$ مساوی آنها $\frac{PW'}{C'_z}=\frac{PV'}{C'_y}=\frac{PU'}{C'_x}$ استفاده نمود.

فرض اصلی ما در محاسبه براساس مکانیک کلاسیک ـ برخلاف رویهٔ پیشنیان که‌درصددمحاسبهٔ سرعت مداریٔ زمین بواساس تجربهٔ مایکل‌سن بودند، وسرعت‌نور در محور وابسته به‌خورشید راثابت‌تلقی‌کرده‌اند، ماثبات c درهرلحظه‌ودرمختصات وابسته به‌هر افق زمین را مبنا قرار می‌دهیم. (بدلیل صفر بودن نتیجهٔ تجربهٔ مایکل‌سن وفقدان شتاب در سطح افق).

در فرضیهٔ پیشنیان، انتظاری که از تجربهٔ مایکل‌سن می‌رفت (شکل ۵)، امکان‌محاسبه سرعت‌مداریٔ زمین براساس حداکثر اختلاف زمانی بین‌جمع زمان رفت وبرگشت نور در دوبازوی عمودبریکدیگر (از راه جابجائی فرانژهای‌نوری) بود.

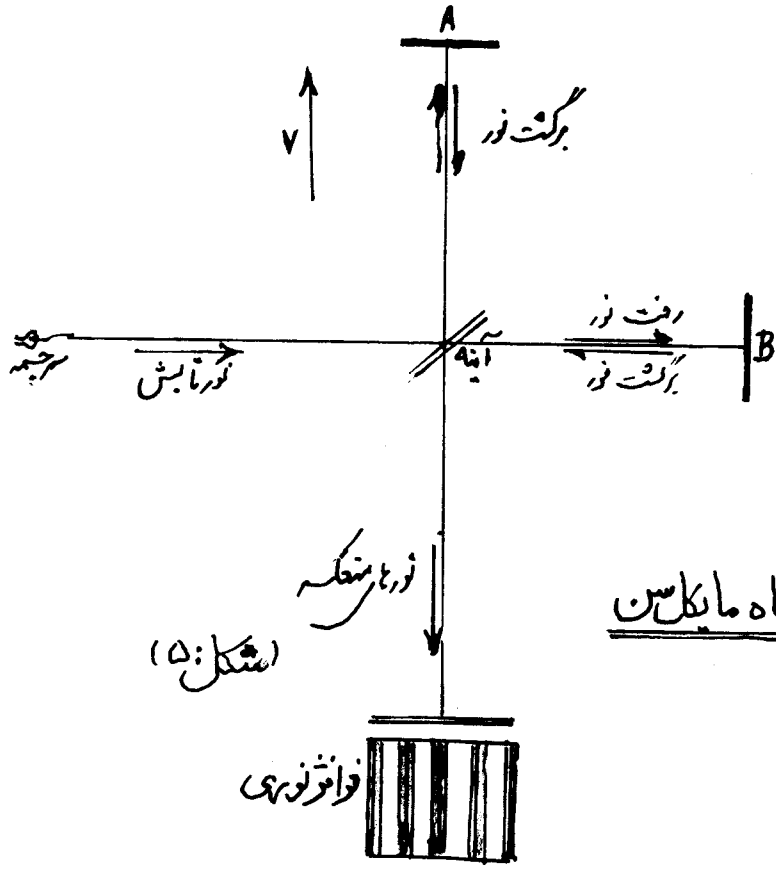
همه می‌دانیم که‌نتیجهٔ تجربه‌مایکل‌سن، که سالیان دراز همهٔ فیزیکدانان رادچار بهت وسرگیجهٔ خاصی کرده بود، تساوی زمان پیمایش دوبازوی عمود بریکدیگر دستگاه مایکل‌سن، درتمام‌نقاط وتمام فصول‌سال، بوده است، نتیجه‌ای که به‌صفربودن نتیجهٔ تجربهٔ مایکل‌سن تعبیر شده، واینشتین درسال ۱۹۰۵ بافرضیهٔ نسبیت خاصّ خود، این تناقض، که‌علت آن را، بجای همگن بودن افق زمین (که نظرما است)، همگن تلقی کردن مسیرمداریٔ زمین و فضا، از نظر سرعت نور، تلقی کرده است (جدول شماره ۱)؛ (فرض ثبات c درکلیهٔ محورهای گالیله‌ای، که نسبیت عام عدم صحت اصولی آنرا نشان داده است).

فورا" گفته باشیم که در فرض مبنائی ما صفر بودن نتیجهٔ تجربهٔ مایکل‌سن توجیه‌پذیر وبدیهی است زیراسرعت نور، بعلت همگنیٔ افق های وابسته به زمین (صرفنظر از ناهمگنی‌های ژئوفیزیکی)، درتمام‌جهات‌ثابت است و انتظار تعیین سرعت مداریٔ زمین انتظاری نابجا بوده است.

محاسبه سرعت نور در محورهای گالیله‌ای که بسرعت V نسبت به محیط همگن c در حرکت است: جدول شمارهٔ ۲

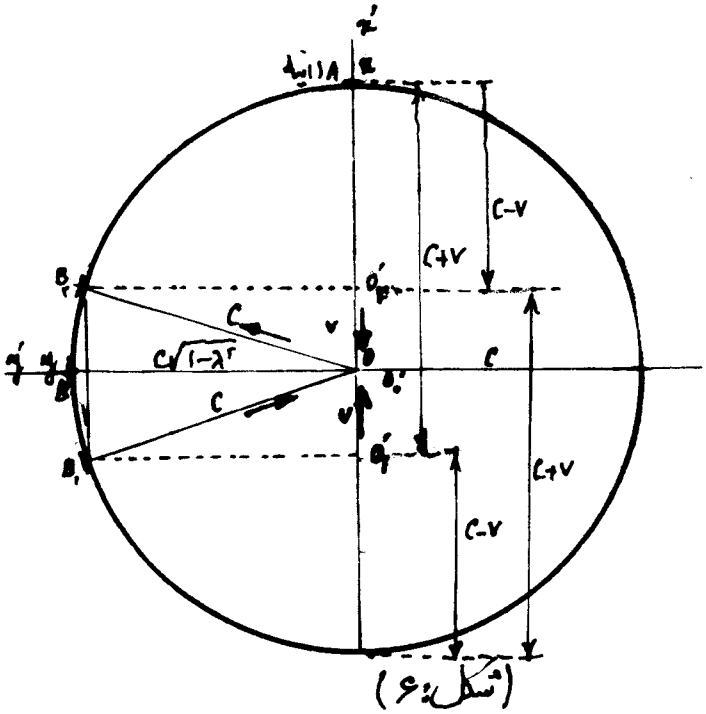
اول در محیط همگن c ـ در محیط همگن c وقتی بازوی dl_α واقع در سطح افق حول مرکزی دوران کند، زمان طیّ بازو توسط نور، چه‌دررفت وچه در برگشت، ثابت ومساوی $dt=\frac{dl_\alpha}{c}$ می‌باشد (شماره‌های ردیف ۱ و ۲ و ۳ی جدول شماره ۲ درامتداد V وامتداد عمود برآن).

دویم در محیط ناهمگن‌گالیله‌ای ـ در محیط گالیله‌ای وابسته به نقطه o' که با سرعت ثابت V نسبت به نقطه o از محیط همگن مبنا در حرکت می‌باشد، آنچه مسلم است این است که زمان طیّ بازوهای dl'_β نظیر بازوی dl_α که طولشان برحسب زاویهٔ β در تغییر است همواره همان زمان dt بوده ات و بنابراین اگرسرعت نور در بازوی dl'_β نظیر بازوی dl_α مساویٔ c'_β باشد رابطهٔ $dl'_\beta=c'_\beta.dt$ برقرار می‌باشد.

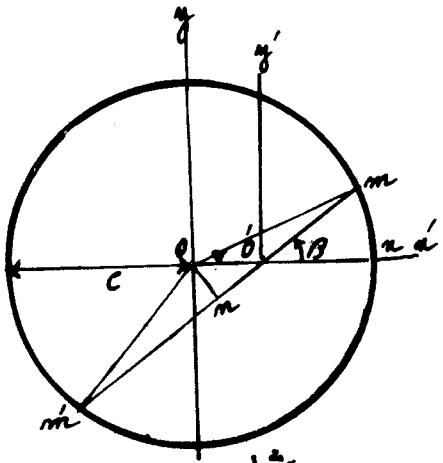


دستگاه مایکلسن

(شکل:۵)



(شکل:۶)



(شکل:۷)

تعیین C'_βها برای دوامتداد متقابل محور ox ومحور oy که عمود برآن است .

اگر در محیط همگن o سرعت نور مساوی c اختیار شود ، در محیط گالیله‌ایْ وابسته‌ءِ o' ، چه اولا" اگر محیط ناهمگن گالیله‌ایْ O'_1 (که یک میدان نیرو است) عامل ایجاد سرعت v ی نقطه‌ءِ جرم داری بوده ومحیط ناهمگن اصلی به محیطی‌همگن o تبدیل شود و چه ثانیا" وبرخلاف نقطه‌ءِ جرم دار O'_2 ، بادخالت قوه‌ای خارجی ،نسبت به نقطه‌ءِ o از محیط همگن c با سرعت v بحرکت درآورده شده و محیط را ناهمگن کند (محیط O'_2) ، هر دو محیط گالیله‌ایْ ناهمگن همانند یکدیگربوده وهریک قرینه‌ءِ مرکزیْ دیگری نسبت به نقطهٔ o از محیط همگن c خواهند بود وبنابراین اگر سرعت نور در یکی‌ازدو سمت ناشی از O' ها C'_β باشد دردیگری $C'_{\beta+\pi}$ خواهد بود .

حال اگرسرعتهادر O' ها براساس قانون جمع سرعتها (محیط همگن) محاسبه شود ، سرعت نور در امتداد v ($O'x'$)ها و امتداد مقابل آن به ترتیب (برای $O'_2O'_1$مساوی$C'_{O'_2}=(c\pm v)$ $C_{O'_2}=(C\pm V)$ بوده ، وبرای امتداد oy عمود بر v ی محیط O'_1, O'_2 ، بعلت تقارن ، سرعت برای هریک از دو سمت مساوی $C_y=C\sqrt{1-\lambda^2}$خواهد بود (شکل ۶ و بندهای ۴ و ۵ از جدول شماره ۲)

توجه به‌این‌نکته‌ضروری است که‌سرعت‌عرضی (سرعت v درامتداد oy) ، بعلت صفربودن‌تصویر سرعت v بر امتداد oy نباید ازنظر منطقی تحت تاثیر سرعت v بوده باشد ، و بجای آنکه مساوی c بماند ، براساس قانون جمع سرعتها (که محیط را همچنان همگن تلقی می‌کند) ، مساوی $C_y=C\sqrt{1-\lambda^2}$ گردد . پس منطقی است که در محیط ناهمگن، که ضریب سرعت عرضی برای بدست آوردن c مساوی $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ باید اختیار شود تا سرعت بدست آید بندهای ۶ و ۷ جدول شماره‌ءِ ۳) ، ازهمین ضریب برای‌تصحیح کلیهٔ سرعتهای بدست آمده براساس قانون جمع سرعتها ، استفاده کنیم . مثلا" سرعتهای$C_{\pm x}=(C\pm V)$ ی بدست آمده برای امتداد $O'x'$ براساس این ضریب بصورت $C_{\pm x}=\frac{C\pm V}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ درخواهد آمد : (شماره ۶ و ۷ جدول‌شمارهٔ ۲) . براین اساس طول بازوهای نظیر dl_x درمحیط ناهمگن مساویْ $dl'_{\pm n}=\frac{C\pm V}{\sqrt{1-\lambda^2}}$خواهد بود (شماره‌ءِ ۸ جدول شمارهٔ ۲) .

برای اثبات اینکه ضریب $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ باید ضریب مشترک کلیه‌ءِ سرعتهای حساب شده براساس قانون جمع سرعتها ، صرفنظر از زاویه‌ءِ β ، باشد به شکل (۷) که برای محاسبه‌ءِ سرعت نور در بازوهای متقابل طرح ریزی شده است مراجعه کنید. $dl'_\beta=\acute{O}\acute{m}$ و $dl'_{\beta+\pi}=\acute{O}\acute{m}$ در محیط همگن c .

در دایره o بشعاع c ،که مشخص محیط همگن‌افق زمین است : شکل (۷) ، اولا" روی امتداد Ox' نقطهٔ O' را بفاصله مشخص کرده وخط $m\acute{o}\acute{m}$ را که با ox زاویهٔ β راتشکیل می‌دهد رسم می‌کنیم ودرثانی عمود on را برآن وارد کرده وتوجه می‌کنیم که دو سرعت متقابل نور در امتداد مزبور براساس قانون جمع سرعتها ، خواهند بود با $C_\beta=O'm=nm=no'$ و $C_{\beta+\pi}=\acute{O}\acute{m}=nm+no'$

و چون طبق شکل (۷) $O\acute{O}=V$ و $on=V\sin\beta$ و $n\acute{o}=V\cos\beta$ و بالاخره با اختیار $\frac{V}{C}=\lambda$ و رابطه $nm=n\acute{m}=\sqrt{\acute{o}m^2-o\acute{n}^2}=C\sqrt{1-\lambda^2\sin^2\beta}$

فورمول‌کلیْ سرعتهای نوربرای‌دو سمت متقابل β بافرض‌همگن مانده‌محیط مساوی‌خواهند بود با

$$\acute{O}\acute{m}=C_{\beta+\pi}=C\left[\sqrt{1-\lambda^2\sin^2\beta}+\lambda\cos\beta\right]$$

$$\acute{O}m=C_\beta=C\left[\sqrt{1-\lambda^2\sin^2\beta}-\lambda\cos\beta\right]$$

و از این دو رابطه تساوی $\acute{O}m\times\acute{O}\acute{m}=C_\beta\times C_{\beta+\pi}=C^2(1-\lambda^2)-\lambda^2$

ویا بطورکلی $\frac{C_\beta=\acute{O}m}{\sqrt{1-\lambda^2}}\times\frac{C_{\beta+\pi}=\acute{O}\acute{m}}{1-\lambda^2}=c^2$

رابطه‌ای که نشان می‌دهد که ضریب $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ ضریب مشترک تمام سرعتهای بدست آمده برمبنای قانون جمع سرعتهابوده وبااین ضریب سرعت عرضی نور درامتداد om به‌مقدارواقعی خود c نمودار خواهد شد .

در قسمت سوم‌جدول شماره ۲ هم تبدیل های پیشنهادی ماوهم‌تبدیل های لورنتز اینشتین توام‌با شرایطی که هر کدام تحمیل می‌کند منعکس شده است وباید متذکر باشیم که هردو تبدیل از نظر خواص وتعبیر پدیده‌ای تجربی توانائی یکسانی دارند ولی تبدیل‌های‌پیشنهادیْ مانیازی به تغییر واحدهای طول وزمان ودیگر واحدهای تعریف شده براساس آنها ندارد وبخصوص $dt=dt'$ در کلیهٔ محورها می‌باشد .

تبصره ــ دردید ما برخلاف دیدی که مبنای تجربهٔ مایکل‌سن بوده است،سرعت نوردر افق زمین ودر زمان‌کوتاه تجربه ثابت است ، ولی ازنقطه‌ای‌از مدار زمین به نقطه‌ءِ دیگر مقدار عددیْ‌رویه آن ، حتی درافق معین ، به علت وجود شتاب‌داری ، با سیکل ماهیانه وسالیانه‌ای ، در تغییر می‌باشد .

جدول شماره ۱ ــ براساس رویهٔ محاسباتی اینشتین مبتنی با حفظ حاصلضرب (Ct)' (Ct) بجای t'xC

(1) $\begin{cases} x'+(Ct)'=4(x+Ct) \\ x'-(ct)'=\mu(x-ct) \end{cases}$ (2) $\begin{cases} x' = \frac{4+\mu}{2}x + \frac{4-\mu}{2}ct \\ (ct)' = \frac{4-\mu}{2}x + \frac{4+\mu}{2}ct \end{cases}$ (3) $\begin{cases} x'=ax+bct \\ (ct)'=bct+ax \end{cases}$

(4) اگر $x'=o$ (5) $\begin{cases} x=\frac{-bct}{a} \\ x=vt \end{cases}$ (6) $\begin{cases} -\frac{bc}{a}=V \\ b=-\frac{aV}{C} \end{cases}$ (7) $\boxed{\begin{array}{l} \lambda=\frac{V}{C} \\ b=a\lambda \end{array}}$

(8) $\begin{cases} x' = a(x-\lambda ct) \\ (ct)'=a(ct-\lambda x) \end{cases}$ (9) $\begin{cases} x = \frac{1}{a(1-\lambda^2)}[x'+\lambda(ct)] \\ ct = \frac{1}{a(1-\lambda^2)}(ct)'+\lambda x' \end{cases}$ (10) $\begin{cases} a=\frac{1}{a(1-\lambda^2)} \\ a^2=\frac{1}{1-\lambda^2} \end{cases}$ (11) $\boxed{a=\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}}$ فرض متعاکس بودن محورها

(8)' $\begin{cases} x'=\frac{x-\lambda ct}{\sqrt{1-\lambda^2}} \\ (ct)'=\frac{ct-\lambda x}{\sqrt{1-\lambda^2}} \end{cases}$

تبدیلهای لورنتز

تبدیل عکس

$\begin{cases} x=\frac{x'+Vt'}{\sqrt{1-\lambda^2}} \\ t=\frac{t'+\frac{Vx}{C^2}}{\sqrt{1-\lambda^2}} \end{cases}$

از رابطه (8)

با فرض C ثابت (اینشتین)

در کلیه محورهای گالیله‌ای

$\begin{cases} x'=\frac{x+\frac{Vx}{C^2}}{\sqrt{1-\lambda^2}} \\ t'=\frac{t-\frac{Vx}{C^2}}{\sqrt{1-\lambda^2}} \end{cases}$ $(t'\neq t)$

تبدیلهای پیشنهادی ما:

$\begin{cases} C'_{x\pm}=\frac{x\pm Vt}{\sqrt{1-\lambda^2}}=C\frac{1\neq\lambda}{\sqrt{1-\lambda^2}}=C\sqrt{\frac{1\mp\lambda}{1\mp\lambda}} \\ x'_{x\pm}=\frac{x\pm Vt}{\sqrt{1-\lambda^2}} \end{cases}$

با فرض C تابع سرعت v و ثبات C در افق همگن زمین در لحظهٔ تجربه $t'=t$ و ضریب $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ برای سرعت‌نورکه براساس قانون جمع سرعتها تعیین شده باشد.

این تبدیل ها هم فرم خطی اینشتین و هم فرم معادلات ماکسول را با شرط $\frac{PV}{C}=\frac{(PV)'}{C}$ یا $\frac{PV}{C}=\frac{PV'}{C^2}$ محفوظ میدارد.

جدول شماره ۲ ــ تعیین سرعت نور در محیط ناهمگن گالیله‌ای که با سرعت v نسبت به محیط همگن افق، با سرعت نور c در حرکت می‌باشد براساس قانون جمع سرعتها و ضریب ناهمگن

(۱) محیط همگن ۱ ــ محیط همگن وابسته به زمین

بازوی dl محیط همگن با سرعت نوری c در امتداد v (محور xها $d=0$)

	در رفت نور	در برگشت نور
(۱) طول بازوها	dl	dl
(۲) سرعت نور	c	c
(۳) زمان طی بازوها	$\frac{dx}{c}=\frac{dl}{c}=\underline{\underline{dt}}$	$\frac{-dx}{c}=\frac{-dl}{c}=dt$

بازوی نظیر dl در محیط ناهمگن گالیله‌ای (محور xها با $d=0$)

	در رفت نور	در برگشت نور	
(۴) زمان طی بازوهای نظیر	dt	dt	
(۵) طبق قانون جمع سرعتها (سرعت نور)	$c-v$	$c+v$	$\lambda=\frac{v}{c}$
(۶) ضریب تبدیل $c=c\sqrt{1-\lambda^2}$	$\sqrt{\frac{1}{1-\lambda^2}}$	$\sqrt{\frac{1}{1-\lambda^2}}$	
با ضریب ناهمگن سرعت نور براساس معیار $c_{y\pm}=c$ (۷)	$c'_{x+}=\frac{c+v}{1-\lambda^2}$	$c'_{x-}=\frac{c+v}{\sqrt{1-\lambda^2}}$	$cdt=dl$
(۸) طول نظیر بازوهای dl	$dl_{+x}=\frac{dx-Vdt}{\sqrt{1-\lambda^2}}$	$dl'_{-x}=\frac{dx+Vdt}{\sqrt{1-\lambda^2}}$	$cdt=dx$

تبدیلهای پیشنهادی ما

براساس سرعت نور در محیط گالیله‌ای "شماره (۷)" و $t'=t$

$$\begin{cases} c'_{+x}=\dfrac{c+v}{\sqrt{1-\lambda^2}} & c'_{-x}=\dfrac{c+v}{\sqrt{1-\lambda^2}} \\ x'_{+x}=\dfrac{x-vt}{\sqrt{1-\lambda^2}} & x'_{-x}=\dfrac{x+vt}{\sqrt{1-\lambda^2}} \end{cases}$$

با حفظ واحد طول و واحد زمان و مبنای آن

(۲) محیط گالیله‌ای ناهمگن وابسته به خورشید ۲

بازوی محیط همگن با سرعت نوری c در امتداد عمود بر v (محور yها با $d=\frac{\pi}{2}$)

	درفت نور	در برگشت نور
	dl	dl
	c	c
	$\frac{dy}{c}=\frac{dl}{c}=dt$	$\frac{-dy}{-c}=\frac{-dl}{-c}=\underline{\underline{dt}}$

بازوی نظیر dl در محیط ناهمگن گالیله‌ای (محور yها با $d=\frac{\pi}{2}$)

	درفت نور	در برگشت نور
	dt	dt
	$c\sqrt{1-\lambda^2}$	$c\sqrt{1-\lambda^2}$
	$\sqrt{\frac{1}{1-\lambda^2}}$	$\sqrt{\frac{1}{1-\lambda^2}}$
	$c'_{y-}=c$	$c'_{y-}=c$
	$dl'_{+y}=dy=cdt$	$dl'_{-y}=dy=cdt$

تبدیلهای لورنتز ـ ایشتین

براساس ثبات سرعت نور در محورهای گالیله‌ای

$$t=t \qquad C=C$$

$$\begin{cases} x'=\dfrac{x-Vt}{\sqrt{1-\lambda^2}} & x=\dfrac{x+Vt'}{1-\lambda^2} \\ t'=\dfrac{t-\frac{Vx}{c^2}}{\sqrt{1-\lambda^2}} & t'=\dfrac{t'+\frac{Vx'}{c^2}}{1-\lambda^2} \end{cases}$$

با تغییر واحد طول و واحد زمان و تغییر بنای زمان

(۳) تبدیلهای متعادل

۱ ــ حفظ فرم معادلات ماکسون $\frac{PV}{C}=\frac{(PV)'}{C'}$

۲ ــ حفظ فرم خطی اینشتین $x^2=c^2t^2$

رابطهٔ قوه ناشی‌از میدان‌جاذبه وسرعت نور:

چون در تبدیل های لورنتز اینشتین وتبدیل های پیشنهادی ما ، که هم‌وزن یکدیگر وتوجیه کنندهٔ واقعیتهای بدست آمده‌ازتجربه‌وپیش بینی پدیده‌های‌متعدد دیگرهستند، بجای استفاده از V ، از نسبت $\lambda=\frac{V}{C}$ استفاده شده است ، می‌توان چنین نتیجه گرفت که اگر در محیطی همگن سرعت نور بجای C مساوی $C' = \alpha C$ بوده باشد ، $X'=\alpha X$ و $V'=\alpha V$ خواهد بود .

نتیجه‌ای که‌ازتوضیح بالا می‌توان گرفت این است که اگرکارقوهٔ F یعنی $F'x'$ در محیط همگن C' با کاری که توسط قوهٔ F یعنی Fx در محیط همگن C انجـــام می‌شود باهم مساوی باشند چون $C'=\alpha C$ و $x'=dx$ می‌باشد باید $F'=\frac{F}{\alpha}$ بوده باشد و چنین قوه F' را هماکار "قوه F نامگذاری می‌کنیم واز رابطه $Fx = F'x'$ رابطه $FC=F'C'$ نتیجه می‌شود (C و C' سرعتهای نور هم سمت وهم امتـداد قوه‌های F و F' می‌باشند) .

رابطهٔ مشابهی نیز بین طول موج نوری وسرعـــت نوروجوددارد ، به‌این معنی که اگر سرعت نور بجای C مساوی αC بوده باشد ، بین طول موجهای Γ , Γ' نوری با بسامد ثابت ν رابطه $\nu=\frac{C}{\Gamma}=\frac{C}{\Gamma'}$ برقرار خواهدبودودر نتیجه $\Gamma'=\alpha\Gamma$ باید باشد .

با توجه به رابطهٔ پلانک یعنی $E=h\nu$ که در آن ν بسامد نوسان موج نوری است ، نه تنها انرژی محتوی در یک طول موج همواره مقدار ثابتی مساوی h (ثابت پلانک) خواهدبودبلکه کار انجام شده توسط دوقوهٔ "هماکار" در دوطول موج Γ و Γ' مربوط به‌بسامد معینی‌درسرعت های نوری C و C' کاریکسانی را انجام خواهد داد وبعبارت دیگر $\Gamma F =\Gamma' F'$ خواهد بود .

البته مطالب بالا برفرض اینکه کار در محیط همگن C مساوی $T=FX$ تعریف شود بنا نهاده شده است .

تقاضاوتشکر ــ از کلیه علاقمندان وصاحبنظران تقاضا می‌شود که‌هرگونه لغزشی ملاحظه میفرمایند ویاهر نظری که ممکن‌است داشته‌باشند مستقیما "یاتوسط دفتر دانشکده فنی "نویسنده را مستحضر فرمایند .

مبانی "قسمت مهمی ازاین مقاله در نشریه دانشکده فنی دوره دوم‌شماره ۱۰ فروردین ۱۳۴۷ ، تحت‌عنوان "تعبیر جدیدی از نسبیت" منتشر شده است .