

Special Relativity

Fall 2020

Lecture Note 1

درس نامه ۱

از فضا-زمان مطلق تا فضا-نسبیت!

هر دو نظریه انیستین نسبت خاص (۱۹۰۵) نسبت عام (۱۹۱۵) نظریه ها در دین فیزیکی
 درباره فضا و زمان هستند. نظریه نسبیت انیستین مفهوم فضا و زمان مطلق نیوتونی را با
 مفهوم فضا-زمان spacetime جایگزین کرد.

از آن جایی که فضا و زمان زمینه background برای قوانین فیزیکی هستند، از
 این رو تغییر نظریه فضا-زمان منجر به تغییر نظریه فیزیکی مورد بحث می شود. فرایند تغییر مدل های
 فیزیکی برای تطابق با نظریه نسبیت انیستین با بحث اینجا در مفهوم فیزیکی نسبیت
 "relativistic physics" است.

از نظر تاریخی مفهوم فضای مطلق در ادوین استان متفاوت مورد نیاز بوده است.

(۱) فضای مطلق در نقش "نیوتنی" خود برای توصیف دستگاه کت و توصیف حرکت
 با سرعت ثابت (یا سکون)

(۲) فضای مطلق در نقش "گالسیلی" خود برای توصیف "اثر" ether

که برای انتقال امواج الکترومغناطیس (نور) مورد نیاز بوده است.

نسبت خاص فضای مکتوب را از این برد نسبت تمام فضای مکتوب در نقش نیوتنی را
و جلب این که مکتوب بودن زمان نیز در این فرایند از میان رفت

در جریان طراحی این نظریه ها، ارتباط کفایت بین گروه تبدیلات، ناوردایی قوانین فیزیکی
نیز یافت شد. این کشف ها ex post facto هستند

مکانی نیوتنی : نسبت گروه گالیه

نسبت خاص : نسبت گروه پوانکاره (لوینتس)

"Lorentz" "Poincare"

نسبت عام : نسبت گروه انتقال هموار یک به یک فضا-زمان

full group of smooth one-to-one space-time transformations.

حی نظریه ای که در آنها و این اعمدی کاری کند، به خاطر همگنی و همسانگردی

+
Isotropic

+
Homogenous

نسبت لورنتس : گروه تبدیلات دورا و انتقال

در نظریه های کتب تعارن ها، قوانین بقا و ناوردایی قوانین فزیک نقش بسیار مهمی دارد!

به این موضوع در این درس خواهیم پرداخت

اما چو نسبت (Relativity) ؟

در فیزیک دو سؤال هم وجود دارد.

۱) قوانین فیزیک چیست ؟ ۲) شاهدگرها (ناظرها)ی متفاوت فیزیک را چگونه می‌سند ؟

سؤال دوم به مفهوم نسبیت اشاره کرده. ارتباط بین ناظرهای متفاوت را قوانین (تبدیل)

به دست می‌دهند. از این رو تبدیلات برای پاسخ به سؤال دوم حائز اهمیت است.

از آن جا که کتب نسبیت خاص به طور کلی به مکانیک، الکترونیک خاص و مفهوم چهارزمان اشاره دارد

از این رو کتب را با مروری تاریخی از شوش به حدیث شروع می‌کنیم.

جالب آن که این کتب ها نتایج سال ۱۹۰۵ می‌سند که آن‌ها یکی دهه‌ای بسیار پر بار

برای فیزیک بوده است !

- 1895 کشف X-ray
- 1896 رادو (رادیو اکتیو) - اثر نوبل
- 1897 کشف الکترون - 3.60 μm
- 1900 شروع مکانیک کوانتوم
- 1905 نسبیت خاص

نسبت خاص از ادگاه تاریخی

قوانین نیوتن:

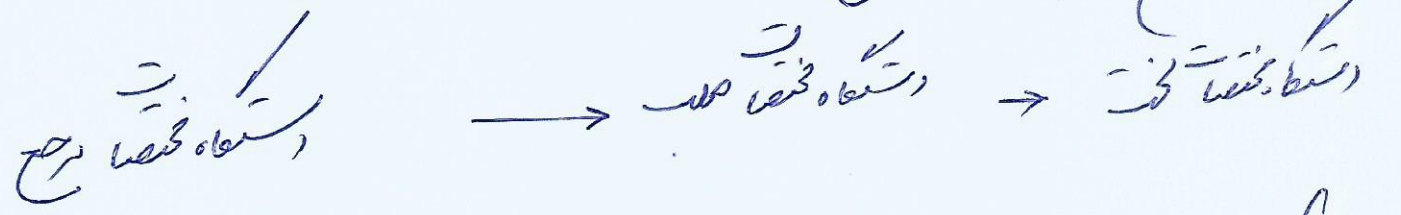
(i) $\vec{F} = m \vec{a}$
 تعریف ذره آزاد (انتگرال ضوابط حرکتی)

(ii) $\vec{F} = m \vec{a}$
 \downarrow
 جسم انیرسی

(iii) نیروی محلی و محسوس هم برابرند

برای قانون سوم نیوتن احتیاج به یک معنی وجود دارد. در این مفهوم از جنس هم برابرند!
 اگر اجسام حرکت کنند و انتقال نیروی یکدیگر داشته باشند، قانون سوم نیوتن مفید می‌گردد. خود از دست برد

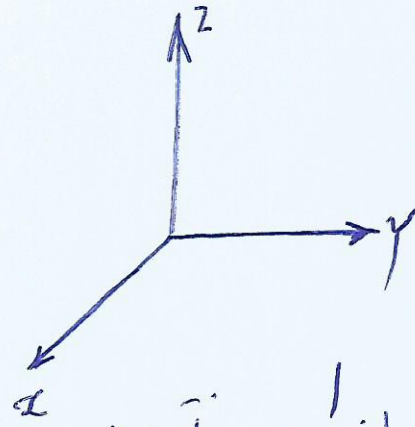
قوانین نیوتن برای بیان اصحیح به



Reference frame Rigid frame Inertial frame.

قوانین نیوتن در دستگاه مختصات ثابت کار می‌کند!

A classical rigid frame is an imagined extension of a rigid body.



- دستگاه مختصات دکارتی - هندسه آمپدی!

Cartesian Coordinate.

Rene' Descartes (1596-1650)

در نور زمان نیز، سگه در مکانیک نیوتن ساده است! این مطلق در همه نقاط قضا.

آهند نیز زمان نیز ساده به دست می آید. ذرات آزاد "free particles" در بازه خاصی

بیان، فواصلی را طی می کند. در این زمان، زمان جهانی "world-time" می گویم.

حال دستگاه مختصات گف را دستگاه می نویسم که صلب از خود ذرات آزاد نسبت به آن

سبب ندارند.

Newton's laws apply equally in all inertial frames.

الف- نیوتن مفهوم فضای مطلق absolute space (AS) را توصیف می کند

به گونه ای که مرکز جرم منظومه شمسی، در آن است. و گف نیوتن سایر دستگاه ها نسبت به

AS سنجیده می شود. نیوتن این فضای مطلق را "Sensorium dei"

God's sensory organ

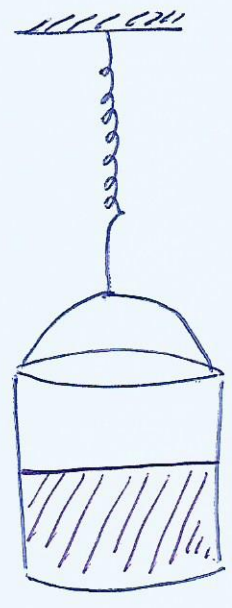
می خوانند.

البته داستان تفصیلی نیوتن جنبه دیگری نیز دارد و آن داستان سطح نیوتن است.

The Universe and the Bucket

که آنتونی زهنی که نیوتن با سطحش طرح می کند پیش از سه سده محض کتب و فضا شده است. این آنتونی زهنی در سال 1689 وفات می نمود.

شکل (۱)



سطح برای آب از زنجیری به یک نقطه نگاه می کند

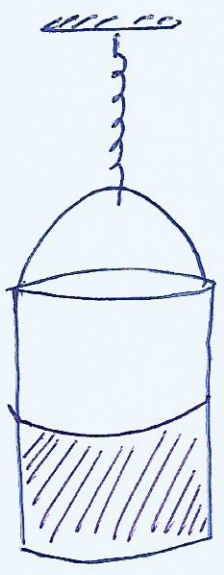
زنجیر برای چرخاندن میسب و هادی می کند، سطح

شیخ به چرخش می کند. ابتدا آب به این سمت

میسب به دلیل اصطداد حرکت آب به این سمت می شود

سطح آب به شکل توخالی می آید.
Concave

شکل (۲)



کمانه جانب شیخ است که وقتی سطح را آب

منقبط به هم حرکت می کند و این است که زهنی

گفته که در آن زمان آب وجود نداشت.

در حالی که زمانه که سطح آب در آن زمانه بود

به بیان آمد. حرکت نسبی بین سطح را - در وجود نبود. دلیل این اتفاق چیست؟

سؤال دیگر: چرا حرکت که مقدر قعده ای است از روی ناظرها قابل تعقیب نیست؟
 در حالی که شتاب از تحریر حرکت به دست می آید معنای ذاتی به دست می آید؟
 گالده بی از پیشه ان این سؤال است. البته جالب است که در کارت پستال و تعادلت در برابر حرکت
 واضح کرد. حرکت از دستورات

الف) احبم سکن

ب) احبم که با حرکت ثابت بر روی خط مستقیم حرکت می کنند.

دکارت دلیل (فرزید) این سوال احبم واضح نمود و می این مورد از مورد رویدادها
 در تاریخ علم است که حرکت خط مستقیم اهمیت می یابد.

(بر خلاف پیشینان که حرکت دایره ای را ارجح و کاملتر می دانستند)

و بی نیازم سؤال واضح می شود که حرکت نسبت به چه دستگاه مختصات منبسط
 می شود؟ این سؤالی است که نیوتن را به خود مشغول کرد.

گوییم به سطل نیوتن: اگر سطل خود را خود گرفته است. آب نسبت به چه چیزی حرکت می کند؟

جواب اولیه می تواند خود سطل باشد. در حالی که این جواب از نظر نیوتن مانع کننده

نیست. چون حرکت که حرکت نسبی بین آب و سطل وجود دارد، نیرو وارد نمی شود!

حالت عدم فراز بود و این از آن است که در فضای بی پایان، شما در آن بدون این

و ستاره ها و سیاره ها انجام دهد پس به سبب این نسبت به چیزی سفید و سیاه

هیچ چیز وجود ندارد! نتیجتاً جواب ما دهد "Space itself"

توین فضای خالی را وجود اجزای فیزیکی در نظر می آید در آن فضای خالی
مانند این فضای مطلق را نمی توان گفت زیرا شاهد کردی وجود دارد
و حالت مطلق هم ترازان ستاره مطلق بودن سفید و سیاه
البته این فضای مطلق چیست؟ نتیجتاً خودی گوید

"I do not define time, space, place & motion, as
are well known to all"

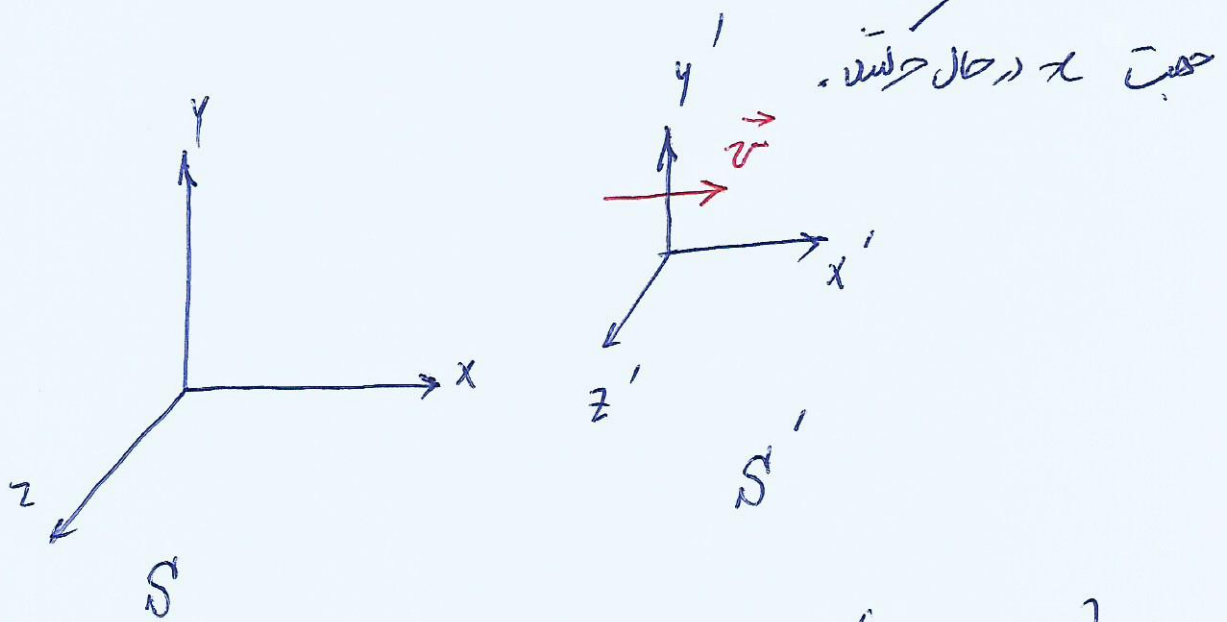
دست راست می آید

"Absolute space, in its own nature, without
reference to anything external
remains always similar & unmovable."

البته فریم خود از این تعریف رافی نبود و خود در برسد به این نارضایتی است و می‌تواند
 در صورت فریم شما را با فضای مطلق شواصی گذارد.

تبدیل گالیلئ:

تبدیلی که با نام گالیلئیه می‌شناسیم است. تبدیلی گالیلئیه است. فرض کنید دو دستگاه مختصات
 صلب S و S' را در نظر بگیرید که نسبت به یکدیگر با سرعت ثابت v حرکت کنند.



$$S': \{x', y', z', t'\}, S: \{x, y, z, t\}$$

ال حرکت در راستای x باشد به قدر v محورهای (y', y) و (z', z) همواره

همگام می‌مانند در صفت ها در زمان $t = t' = 0$ همزمان شوند وقتی

دو دستگاه مختصات بر روی یکدیگر باشند به این می‌گویند استاندارد (Standard configuration) دارند.

تبدیل استاندارد - استاندارد Galilean Transformations
 به صورت زیر است.

$$\begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases}$$

م
 که زمان جهانی که بیان در دو دستگاه S, S'
 م
 اهدا می شود تفاوت دارد. می توانیم اطمینان بر این داشته باشیم
 زمانی تقسیم کنیم. در نتیجه

که سرعت ها در هر دو دستگاه را با $u(u')$

$$\begin{cases} u'_x = u_x - v \\ u'_y = u_y \\ u'_z = u_z \end{cases}$$

شان در هم

$$\begin{cases} u'_x \equiv \frac{dx'}{dt'} = u'_1 \\ u_x \equiv \frac{dx}{dt} = u_2 \end{cases}$$

با تقسیم مجدد در طرف راست می توانیم خواهم داشت

$$a'_1 = a_1$$

$$a'_2 = a_2$$

$$a'_3 = a_3$$

توجه داشته باشید که اعداد (3, 2, 1) در زیر اندک

مقادیر (x, y, z) خواهد بود در این مختصات
 دستگاه مختصات S

بیان در این نامه