

اصل نسبیت گالیله

در بخش مربوط به دستگاه مرجع لخت توضیح دادیم که حرکت یک جسم واحد بسته به دستگاهی که حرکت نسبت به آن در نظر گرفته می‌شود، می‌تواند مختلف باشد.

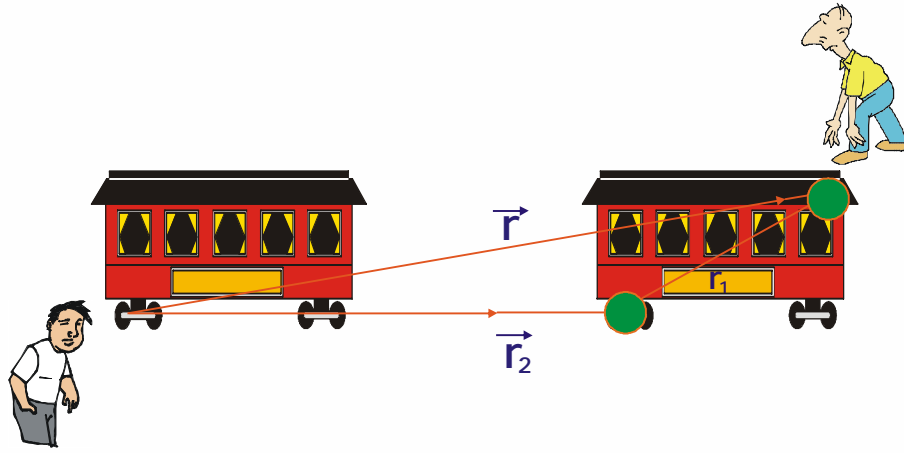
مثلاً موردی را در نظر می‌گیریم که یکی از دستگاههای مرجع نسبت به دستگاه مرجع دیگر در حرکت انتقالی است. روشن است که دستگاه مرجع دوم نیز نسبت به دستگاه اول در حرکت انتقالی است.

مثلاً زمین و واگنی را در نظر بگیرید که در امتداد یک ریل مستقیم در حال حرکت است. فرض می‌کنیم مردی در واگن قدم می‌زند، مسئله این است که اگر حرکت مرد نسبت به واگن را بدانیم و حرکت واگن نسبت به زمین بدانیم، چگونه حرکت مرد نسبت به زمین را معین می‌کنیم؟

اگر جابجایی مرد را نسبت به واگن با بردار \vec{r}_1 و جابجایی واگن را نسبت به زمین با بردار \vec{r}_2 نشان دهیم، (مثلاً \vec{r}_1 می‌تواند از مبدأ چسبیده به صندلی شخص در قطار و \vec{r}_2 از تابلوی ایستگاه راه‌آهن روی زمین سنجیده شود). مطابق شکل زیر جابجایی مرد نسبت به زمین با بردار \vec{r} نشان داده می‌شود که جمع برداری دو بردار r_1, r_2 است:

$$\vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2$$





از همین مثال می توان نتیجه گرفت که در گذر از دستگاه مرجعی به دستگاه مرجع دیگر،

جابجایی جسم و جابجایی دستگاه مرجع به صورت برداری با هم جمع می شوند.

اگر حرکت مرد نسبت به واگن یکنواخت و حرکت واگن نسبت به زمین نیز یکنواخت باشد، با

تقسیم دو طرف رابطه فوق بر زمان، سرعتها بدست می آیند:

$$\vec{V} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

که v_1 سرعت مرد نسبت به واگن و v_2 سرعت واگن نسبت به زمین است و V سرعت مرد نسبت

به زمین است. یعنی سرعتها نیز به صورت برداری جمع می شوند.

اگر رابطه اول را برای جابجائیهای کوچک به کار ببریم رابطه بالا تبدیل به سرعت لحظه ای می شود

یعنی صرفنظر از شتابدار بودن حرکتها، سرعتهای لحظه ای همواره با هم جمع برداری می شود. اگر واگن

در خط مستقیمی بطور یکنواخت با سرعت ثابت حرکت کند، آن وقت صرفنظر از حرکت مرد در امتداد

آن، سرعت مرد نسبت به زمین با سرعت وی نسبت به قطار فقط به اندازه ثابت افزوده v_2 تفاوت خواهد

داشت. یعنی تمام تغییرات سرعت در دو دستگاه یکسان است. پس شتاب مرد در هر دو دستگاه یکسان

است. این نتیجه را با یکبار مشتق گرفتن از رابطه فوق نسبت به زمان نیز می‌شد نتیجه گرفت. اگر از

رابطه فوق نسبت به زمان مشتق بگیریم در صورتیکه (v_2) سرعت قطار ثابت باشد، مشتق آن صفر بوده

$$\dot{a} = \dot{a}_1 \quad \text{در این صورت خواهیم داشت:}$$

که برابری شتابها در دو دستگاه را نشان می‌دهد.

به عنوان یک مثال به این مسئله توجه کنید.

یک قایق موتوری در آب آرام سرعت 10 km/h را بدست می‌آورد. سرعت جریان رودخانه km/h

5 است. برای قایق چه زمانی طول می‌کشد تا یک مسیر 10 کیلومتری را در سربالایی طی کند و به مکان

اولیه‌اش در سرازیری برگردد.

وقتی در مسیر سربالایی حرکت می‌کند در خلاف جهت آب حرکت می‌کند پس سرعت حرکت

آن خواهد بود:

$$V = V - v_w = 10 - 5 = 5 \text{ km/h}$$

$$t_1 = \frac{x}{v} = \frac{10}{5} = 2 \text{ h} \quad \text{مدت زمان حرکت خواهد بود:}$$

و در مسیر سرازیری در جهت جریان آب حرکت می‌کند پس سرعت حرکت قایق خواهد بود:

$$V = V + v_w = 10 + 5 = 15 \text{ km/h}$$

$$t_2 = \frac{x}{v} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3} \text{ h}$$

پس زمان کل حرکت خواهد بود:

$$T = t_1 + t_2 = 2 + \frac{2}{3} = \frac{8}{3} \text{ h} = 2 \text{ h } , 40 \text{ min}$$