

تمرینات سری سوم مهلت تحویل: از شنبه ۲۰ مهر در کلاس مربوطه

مسئله‌ی علیت در نسبیت خاص فرض کنید رویداد A موجب وقوع رویداد B در چارچوب S شود و این تاثیر با سرعتی بزرگ‌تر از سرعت نور c منتشر گردد. نشان دهید یک چارچوب لخت دیگر مانند S' وجود دارد که نسبت به S با سرعتی کمتر از سرعت نور در حرکت است و در آن ترتیب وقوع این رویدادها وارونه است. در نتیجه اگر قرار باشد که مفاهیم علت و معلول حفظ شود ممکن نیست علاماتی فرستاد که با سرعتی بیش از سرعت نور منتشر می‌شوند.

خیز و دوران الف- چارچوب ساکنی (مانند ایستگاه پرتاب موشک) را در نظر بگیرید و آن را چارچوب S بنامید. موشکی با سرعت u نسبت به این ایستگاه در راستای محور x شروع به حرکت کرده است. روی موشک دستگاه S' را سوار می‌کنیم. اگر تعریف کنیم:

$$\cosh \phi = \frac{1}{\sqrt{1 - (u/c)^2}}, \quad \sinh \phi = \frac{u}{\sqrt{1 - (u/c)^2}},$$

آنگاه نشان دهید که رابطه‌ی تبدیل میان دو دستگاه توسط ماتریس ذیل داده می‌شود:

$$\begin{pmatrix} \cosh \phi & \sinh \phi & 0 & 0 \\ \sinh \phi & \cosh \phi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

ب- حالا فرض کنید موشک با زاویه‌ی θ نسبت به محور x پرتاب شود. رابطه‌ی تبدیل میان دو دستگاه را پیدا کنید.

طول قطار متحرک فرض کنید می‌خواهید طول یک قطار را که با سرعت v در حال حرکت است اندازه‌گیری کنید. روش اینطور است که اختلاف زمان رد شدن ابتدا و انتهای قطار را اندازه‌گیری می‌کنید (اتساع زمان مفروض است). با این روش انقباض طول را بدست آورید. حال فرض کنید همین قطار یک قرقه را که روی زمین ساکن است با حرکتش می‌چرخاند و می‌خواهیم طول قطار را از روی زاویه‌ی چرخش قرقه پیدا کنیم. سعی کنید از این روش انقباض طول را حساب کنید. آیا انتظار دارید این نتایج با روش معمول اندازه‌گیری طول یکسان باشد؟