

שלום, שמי עדי אני תלמיד כיתה י"א בתיכון גילי בכפר סבא וסטודנט שנה א' למדעי המתמטיקה באוני' ת"א, אני מתעניין מאוד בתורת היחסות ורציתי לשאול כיצד היגיעו לפקטור לורנץ (מבחינה מתמטית) וכיצד הבינו את חשיבותו מבחינה פיזיקלית, על יחסיות הזמן, המסה ההעתק וכו'.

יולי 2011

שלום עדי,

שאלתך מתייחסת לנושא המרתק של תורת היחסות, ולמעשה תשובה מלאה תצריך ללמד את כולה. בשל מגבלות המקום אסתפק בתיאור חוק הטבע הנמצא ביסוד תורת היחסות, בקשר שלו לפקטור גאמא, וכן למשמעויות הפיזיקליות שלה ובהפניה לספרות לצורך קריאה נוספת.

ביסוד תורת היחסות המצומצמת (להלן תורת היחסות) עומד העקרון שהאינטרבל שמור: נדון בשני ארועים במרחב ובזמן הנצפים להיות בקואורדינאטות $(t_1, x_1, y_1, z_1), (t_2, x_2, y_2, z_2)$. בפיזיקה הקלאסית כל הצופים יסכימו על הפרש הזמנים $t_1 - t_2$, ואם $t_1 = t_2$ אז הם גם יסכימו על המרחק בין הארועים $R^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2$ ואולם חוק הטבע המדויק יותר הוא שהאינטרבל שמור, והוא מוגדר כך $I := c^2(t_1 - t_2)^2 - (x_1 - x_2)^2 - (y_1 - y_2)^2 - (z_1 - z_2)^2$ כאשר c היא מהירות האור. זוהי הכללה של משפט פיתגורס מהמרחב למרחב-זמן, ומעקרון זה נובעת התורה כולה.

בפרט אם הארוע השני נמצא בקואורדינאטות $(t, x) = (1, 0)$ ביחס לראשון, אז במערכת אחרת אשר נעה במהירות v ביחס אליה תמדדנה קואורדינאטות $(t', v, t', 0, 0)$. אם נשתמש כעת בשימור האינטרבל נקבל כי

$$t' = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \equiv \gamma$$

קיבלנו כאן את פקטור גאמא ואת התופעה של האטת (או דילול) הזמן. פקטור גאמא מופיע לא רק בהאטת הזמן אלא לכל אורך התורה כולל באפקט של התקצרות לורנץ ובאפקט דופלר.

ישנם ספרים רבים בנושא. בעברית תוכל לקרוא בספר "מכניקה" מאת האוני' הפתוחה, כרך 3 (יה' 10-12). גם באנגלית ספרים רבים במכניקה יכללו פרק על תורת היחסות.

בברכת לימוד מהנה,

ברק קול
פרופ' לפיזיקה
האוני' העברית, ירושלים