به نام خدا

تمرین سری اول درس نسبیت خاص

مهلت تحویل: شنبه 15 مهرماه- ساعت 3 تا 4:30 در کلاس درس

سوال اول

فرض کنید باد اتری، با زاویه ی φ نسبت به یکی از بازوهای آزمایش مایکلسون مورلی می‌وزد. نشان دهید تعداد فرینج های جابه‌جا شده در اثر چرخاندن دستگاه به میزان 90 درجه، از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$\Delta \mathrm{N} = \frac{v^2}{c^2}\frac{1}{\lambda}(l_1 + l_2)\cos 2\varphi$$

سوال دوم

در این تمرین می‌خواهیم تبدیلات $x \to \gamma(x + vt)$ و $t \to \gamma(t + \frac{v}{c^2}x)$ را در حد اختلالی به دست آوریم. از تبدیل گالیله‌ای $x \to x + vt$ شروع کنید و δt که بر حسب x و v خطی باشد را به نحوی بیابید که تبدیل $t \to t + \delta t$ ، $c^2t^2 - x^2$ را تا مرتبه‌ی $O(v^2)$ ناوردا نگه دارد. همین کار را با افزودن یک جمله به تبدیل x و سپس تصحیح تبدیل t، تا یک مرتبه بالاتر، تکرار کنید و نشان دهید که با بسط تبدیلات اصلی همخوانی دارد.

سوال سوم

فرض کنید $\Psi(x,t)$ کمیتی است که مقدار آن برای تمامی ناظرهای لخت یکسان است.

برای دو دسته از معادلات شرودینگر و کلاین-گوردن بررسی کنید که تحت تبدیلات گالیله چگونه تغییر می‌کنند.

$$t' = t \qquad x' = x - vt$$

برای هر معادله‌ای که تحت این تبدیلات ناوردا نباشد $f(v)$ را چنان بیابید که معادله‌ی مورد نظر تحت تبدیلات زیر تغییر نکند.

$$t' = f(v)\left[t - \frac{v}{c^2}x\right] \qquad x' = f(v)[x - vt]$$

معادله‌ی شرودینگر:

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\,\Psi(x,t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V(x)\right)\Psi(x,t)$$

معادله‌ی کلاین-گوردن:

$$(\Box + m^2)\Psi(x,t) = 0 \quad ; \Box = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \nabla^2$$