

نمره تمرین با براساس نوع نگاه شما به مسئله و چگونگی حل آن متغیر خواهد بود.

۱- میون ذره‌ای ناپایدار است که به طور خودبه‌خود به یک الکترون و دو نوترینو واپاشی می‌کند. اگر تعداد میون‌ها در $t = 0$ برابر با N_0 باشد، تعدادش در زمان t از رابطه $N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ به دست می‌آید که در آن τ طول عمر متوسط میون و برابر با $2.20 \mu\text{s}$ است. فرض کنید میون‌ها با سرعت $0.95c$ حرکت می‌کنند و در $t = 0$ تعداد 5×10^4 میون وجود دارد.

الف) چه طول عمری برای میون مشاهده می‌شود؟

ب) پس از پیمودن 3.0 km چه تعداد میون باقی می‌ماند؟

۲- از دید ناظر روی زمین، دو سفینه A و B در جهت‌های عمود هم به یکدیگر نزدیک می‌شوند. اگر نسبت به ناظر روی زمین سفینه A با سرعت $u_x = -0.9c$ و سفینه B با سرعت $u_y = 0.9c$ حرکت کنند. خلبان سفینه B سرعت سفینه A را چقدر اندازه‌گیری می‌کند؟

۳- **سرعت نور در محیط مادی متحرک:** حرکت محیط مادی (مانند آب) روی سرعت نور اثر می‌گذارد. این پدیده اولین بار در سال ۱۸۵۱ توسط فیزو (*Fizeau*) مشاهده شد. پرتوی نوری را در نظر بگیرید که از یک ستون افقی محتوی آب که دارای سرعت v است، می‌گذرد.

الف) نشان دهید اگر این پرتو در همان جهت شارش آب حرکت کند سرعت نوری که توسط چارچوب آزمایشگاه اندازه‌گیری می‌شود از رابطه زیر پیروی می‌کند، که در آن n ضریب شکست آب است

$$u = \frac{c}{n} \left(\frac{1 + nv/c}{1 + v/nc} \right)$$

ب) نشان دهید برای $v \ll c$ ، عبارت فوق توافق خوبی با نتیجه آزمایشگاهی فیزو که به شکل زیر است، دارد:

$$u \approx \frac{c}{n} + v - \frac{v^2}{n^2}$$

(این نشان می‌دهد برای نور، تبدیل سرعت لورنتس درست است و نه تبدیل سرعت گالیله.)

۴- فرض کنید میله‌ای صلب به شکل مکعب مستطیل روی سطح بدون اصطکاک میزی حرکت می‌کند. روی سطح میز حفره‌ای وجود دارد که ویژه طول آن با ویژه طول میله برابر است. از دید ناظر ساکن نسبت به میز (ناظر S)، میله که در حرکت است دچار انقباض طول می‌شود و در نتیجه هنگامی که به حفره می‌رسد درون آن سقوط می‌کند. اما ناظر ساکن نسبت به میله (ناظر S') چه می‌گوید؟ او نیز می‌گوید که حفره در حال حرکت است پس طول آن کوچک‌تر از ویژه طول میله خواهد شد و در نتیجه میله از روی حفره عبور می‌کند و درون آن نمی‌افتد. گویا به تناقض رسیدیم! در مورد پارادوکس بیان شده جستجو کنید و ایراد استدلال فوق را بیابید.

۵- در دستگاه مختصات ξ و η ، خطوط $\xi = \eta$ ثابت را رسم و تفسیر کنید.

موفق باشید. شجاعی