

نسبیت خاص
پاییز ۱۴۰۱
تمرین نوبت ۱
دانشکده‌ی فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

توضیحات

۱. این سری تمرین شامل ۴ مسئله است.
۲. مجموع نمرات این سری ۵۵ نمره است.
۳. در نمادگذاری به کار رفته، حروف پررنگ نشان‌دهنده‌ی کمیت‌های برداری هستند.
۴. پاسخ‌های خود را تمیز و مرتب و خوانا بنویسید و حتماً جواب آخرهای خود را تا جایی که می‌شود ساده کنید. پاسخ‌نامه‌ی خود را به صورت یک فایل PDF در سامانه‌ی CW بارگذاری کنید. ترجیحاً پاسخ مسئله‌ها را به ترتیب شماره سؤال بنویسید.
۵. نام فایل PDF را حتماً مطابق الگوی ID+HW+N قرار دهید؛ مثلاً 12345678HW2.pdf.

سؤال ۱ [۱۵ نمره - هر بخش ۵ نمره]

فرض کنید دو رویداد A و B به ترتیب در مکان و زمان (x_A, t_A) و (x_B, t_B) اتفاق افتاده باشد. شرطی را تعیین کنید که تحت آن ناظری وجود داشته باشد که دو رویداد را همزمان ببیند. سرعت این ناظر را بیابید.

الف) آیا در این صورت دو رویداد می توانند رابطه علت و معلولی داشته باشند؟

ب) حال شرطی را بیابید که تحت آن، ناظری وجود داشته باشد که از دید او، دو رویداد در یک نقطه اتفاق افتاده باشد. سرعت این ناظر را بیابید.

پ) آیا تحت این شرایط، دو رویداد می توانند رابطه علت و معلولی داشته باشند؟ آیا حالت سومی نیز وجود دارد؟ در مورد این حالت بحث کنید.

سؤال ۲ [۱۰ نمره]

متحرکی در دستگاه آزمایشگاه با سرعت u و با زاویه θ نسبت به محور x ها در حال حرکت است. ناظری که با سرعت v نسبت به دستگاه آزمایشگاه و در جهت x ها حرکت می کند، سرعت و زاویه متحرک را چه مقداری اندازه گیری می کند (از تبدیلات لورنتس استفاده کنید)؟

سؤال ۳ [۱۰ نمره]

یک مکعب به ضلع l با سرعت v در راستای محور y حال حرکت می باشد. ناظری عمود بر راستای سرعت مکعب در امتداد محور x به این مکعب نگاه می کند و عکس برداری می کند. اگر دیافراگم دوربین خود را فقط برای یک لحظه باز کند (زمان نور دهی به فیلم را صفر در نظر بگیرید) در این صورت شکل مکعب در عکس چگونه خواهد بود؟

سؤال ۴ [۲۰ نمره - هر بخش ۵ نمره]

الف) با توجه به تبدیلات گالیلو و قانون نیروی لورنتز، روابط تبدیل میدان های الکتریکی و مغناطیسی را بین ناظرهای لخت پیدا کنید.

ب) معادلات ماکسول در غیاب منابع بار و جریان تحت تبدیلات گالیلو چگونه رفتار می کنند؟ آیا هر ۴ معادله با تبدیل گالیلو ناسازگارند؟

پ) فرض کنید میدان الکتریکی و مغناطیسی ثابت در فضا به صورت $\mathbf{E} = E\mathbf{j}$ و $\mathbf{B} = B\mathbf{z}$ برقرار است. در لحظه $t = 0$ ذره ای به جرم m و بار الکتریکی q با سرعت صفر در مبدأ دستگاه مختصات قرار دارد. معادلات حرکت نیوتن را بنویسید و آن را حل کنید.

ت) حال می خواهیم با توجه به بخش الف، ناظر را به طور هوشمندانه ای انتخاب کنیم تا مسأله ی بخش پ ساده تر شود. آیا ناظری لخت وجود دارد که در فضا میدان الکتریکی ای نبیند و فقط میدان مغناطیسی ثابتی در فضا ببیند؟ حرکت ذره از دید این ناظر چگونه است؟ با اعمال یک تبدیل معکوس پاسخ قسمت پ را بدست آورید و مقایسه کنید.