

Задачі:

1. Доведіть, що перетворення Лоренца пояснюють результати експерименту Майкельсона-Морлі.

2. В СТВ так само, як і в ньютонівській механіці, енергія і імпульс є величини адитивні,

тобто повна енергія і імпульс  $n$  всіх частинок дорівнює відповідно  $E = \sum_{i=1}^n E_i$ ,  $\vec{p} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i$

Вважаючи, що основними співвідношеннями СТВ для частинки, яка вільно рухається і для системи частинок є наступні:  $E = \gamma mc^2$ ,  $\vec{p} = \gamma m\vec{v}$ , де  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \vec{v}^2/c^2}}$ ,  $E$  – енергія,  $\vec{p}$  –

імпульс,  $\vec{v}$  – швидкість,  $m$  – маса частинки,  $c$  – швидкість світла у вакуумі.

2.1. Доведіть, що якщо одна частинка рухається зі швидкістю світла, то її маса дорівнює нулю

2.2. З'ясуйте чи є маса адитивною в СТВ. (В Ньютонівській механіці маса є величиною адитивною, тобто сумарна маса  $M$  системи, яка складається з  $n$

частинок, дорівнює сумі мас частинок:  $M = \sum_{i=1}^n m_i$ ). СЧМ.

3. Як відомо фотон рухається зі швидкістю світла, тому його маса дорівнює нулю. Чому дорівнює маса системи, яка складається з двох фотонів? Знайдіть масу системи з двох фотонів з енергіями  $E_1$  та  $E_2$ , які летять під кутом  $\alpha$  один до одного. Проаналізуйте випадок, коли  $E_1 = E_2$ , а фотони а) розлітаються в різні сторони, б) летять в одну сторону.

4. Виведіть співвідношення, яке є релятивістським узагальненням другого закону Ньютона  $\vec{F} = m\vec{a}$  і покажіть, що на відміну від ньютонівського випадку, прискорення не направлено по силі. Розгляньте також випадки коли швидкість частинки а) перпендикулярна до діючої на неї сили -  $\vec{F} \perp \vec{v}$ , б) паралельна до діючої сили -

5. Знайдіть траєкторію зарядженої частинки маси  $m$ , яка рухається в полі постійного магнітного поля  $B$  (вважати, що поле направлене вздовж осі  $OZ$ )

6. Зеркало рухається перпендикулярно до своєї площини зі швидкістю  $\vec{v}$ . Який кут утворює з нормаллю до зеркала утворює відбитий промінь світла, якщо падаючий промінь утворює з нормаллю кут  $\alpha$ . Як змінюється при відбитті частота світла?

7. Розв'яжіть попередню задачу у випадку, коли зеркало рухається паралельно до своєї площини.

8. Фотон з довжиною хвилі  $\lambda$  налітає на стаціонарний електрон маси  $m$  і розсіюється на ньому під кутом  $\theta$ . Знайдіть довжину хвилі фотона після розсіяння.