

Фізика 10**Урок 52 Розв'язування задач****Мета уроку:**

Навчальна. Узагальнити знання про спеціальну теорію відносності, релятивістський закон додавання швидкостей, відносність одночасності подій, відносність довжини і часу в рухомій СВ і нерухомій СВ, привести одиничні знання в систему.

Розвивальна. Розвивати уміння правильно розподіляти час; самостійність у навчанні; вміння самостійно застосовувати правила, закони.

Виховна. Виховання дисципліни, чесності, відповідальності.

Тип уроку: урок застосування знань, умінь, навичок.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку**I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП**

1. Провести бесіду за матеріалом § 25

Бесіда за питаннями

1. Як змінюється довжина предмета, якщо він рухається з незмінною швидкістю?
2. Який час називають власним часом події?
3. Як змінюється інтервал часу для тіла, яке рухається з незмінною швидкістю?
4. Який експеримент підтверджує ефект уповільнення часу?
5. Наведіть формулу залежності енергії тіла від швидкості його руху. Якого вигляду набуває ця формула у випадку малих швидкостей руху ($v \ll c$)?
6. Який зміст має величина mc^2 ?

2. Перевірити виконання вправи № 25: завдання 1, 2.

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ**III. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ**

1. Яку масу має тіло, енергія спокою якого становить $40,5 \cdot 10^{16}$ Дж?

Дано:

$$E = 40,5 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m = ?$$

Розв'язання

$$E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2}$$

$$[m] = \frac{\frac{\text{Дж}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2} = \frac{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2} = \frac{\frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2} = \text{кг}$$

$$m = \frac{40,5 \cdot 10^{16}}{(3 \cdot 10^8)^2} = 4,5 \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m = 4,5 \text{ кг}$.

2. Метрова лінійка міститься у космічному кораблі, який рухається зі швидкістю $2,7 \cdot 10^8$ м/с відносно інерціальної системи відліку. У скільки разів відносно цієї системи відліку зміниться:

а) лінійний розмір лінійки у напрямку руху ракети; б) поперечний розмір лінійки?

Дано:

$$l_0 = 1 \text{ м}$$

Розв'язання

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{l_0}{l} = \frac{c}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

$$v = 2,7 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{l_0}{l} = ?$$

$$\left[\frac{l_0}{l} \right] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\sqrt{\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}} = 1$$

$$\frac{l_0}{l} = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{(3 \cdot 10^8)^2 - (2,7 \cdot 10^8)^2}} \approx 2,3$$

Відповідь: а) лінійний розмір зменшиться у 2,3 рази;
б) поперечний розмір не зміниться.

3. На космічному кораблі, який рухається зі швидкістю $1,8 \cdot 10^8$ м/с відносно інерціальної системи відліку, пройшов рік. У скільки разів довше він триватиме в інерціальній системі відліку?

Дано:

$$v = 1,8 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\tau_0 = 1 \text{ рік}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{\tau}{\tau_0} = ?$$

Розв'язання

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \frac{\tau}{\tau_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{c}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

$$\left[\frac{\tau}{\tau_0} \right] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\sqrt{\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}} = 1$$

$$\frac{\tau}{\tau_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{(3 \cdot 10^8)^2 - (1,8 \cdot 10^8)^2}} = 1,25$$

Відповідь: $\frac{\tau}{\tau_0} = 1,25$.

4. Визначте кінетичну енергію протона, якщо той рухається зі швидкістю, яка дорівнює 0,8с швидкості світла у вакуумі.

Дано:

$$m = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$v = 0,8c$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$E_k = ?$$

Розв'язання

$$E = mc^2 + \frac{mv^2}{2} \quad E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2 = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}} - 1 \right) \approx 0,67 \cdot mc^2$$

$$[E_k] = \text{кг} \cdot \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)^2 = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$$

$$E_k = 0,67 \cdot 1,6726 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \approx 1 \cdot 10^{-10} \text{ (Дж)}$$

Відповідь: $E_k \approx 1 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$.

5. Сонце щохвилини випромінює у космічний простір приблизно $6,6 \cdot 10^{21}$ кВт•год енергії ($1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$). На скільки за хвилину зменшується маса Сонця за рахунок випромінювання? За який час маса Сонця зменшиться в 1,5 рази? Прокоментуйте отриману відповідь.

Дано:

$$\Delta t = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с}$$

$$\Delta E = 6,6 \cdot 10^{21} \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$= 2,376 \cdot 10^{28} \text{ Дж}$$

$$\frac{M_0}{M} = 1,5$$

$$M_0 = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

$$\Delta m = ?$$

$$t = ?$$

Розв'язання

$$\Delta E = \Delta m c^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$$

$$[\Delta m] = \frac{\frac{\text{Дж}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2} = \frac{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2} = \frac{\frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2} = \text{кг}$$

$$\Delta m = \frac{2,376 \cdot 10^{28}}{(3 \cdot 10^8)^2} = 2,64 \cdot 10^{11} \text{ (кг)}$$

Маса Сонця має зменшитися на:

$$\Delta M = M_0 - M = M_0 - \frac{M_0}{1,5} = \frac{M_0}{3}$$

Щоб визначити час «схуднення» Сонця, складемо таке рівняння:

$$\frac{\Delta M}{t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \Rightarrow t = \frac{\Delta M \Delta t}{\Delta m} = \frac{M_0 \Delta t}{3 \Delta m}$$

$$[t] = \frac{\frac{\text{кг} \cdot \text{с}}{\text{кг}}}{\text{кг}} = \text{с}$$

$$t = \frac{1,99 \cdot 10^{30} \cdot 60}{3 \cdot 2,64 \cdot 10^{11}} \approx 1,51 \cdot 10^{20} \text{ (с)}$$

Відповідь: $\Delta m = 2,64 \cdot 10^{11} \text{ кг}$; $t \approx 1,51 \cdot 10^{20} \text{ с}$.

6. Чи зможе вільний нейтрон подолати відстань від Сонця до Землі, рухаючись зі швидкістю 0,6с, якщо час його життя в системі відліку, пов'язаній з цим нейтроном, дорівнює приблизно 12 хв?

Дано:

$$s = 1,459 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

$$v = 0,6c$$

$$\tau = 12 \text{ хв} = 720 \text{ с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t' = ?$$

Розв'язання

Час подорожі до Землі у системі відліку «Сонце» становить:

$$t = \frac{s}{v} \quad [t] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{с} \quad t = \frac{1,459 \cdot 10^{11}}{0,6 \cdot 3 \cdot 10^8} = 810 \text{ (с)}$$

Здається, побачити землю нейтрон «не встигне», але він «має власного годинника», де спостерігається ефект уповільнення часу:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad [t'] = \frac{\text{с}}{\sqrt{1 - \frac{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{(\frac{\text{м}}{\text{с}})^2}}} = \text{с}$$

$$t' = \frac{810}{\sqrt{1 - \frac{(0,6 \cdot 3 \cdot 10^8)^2}{(3 \cdot 10^8)^2}}} \approx 1012 \text{ (с)}$$

Тобто нейтрон має достатньо часу, щоб дістатися до Землі та перетнути захисне магнітне поле.

Відповідь: Так.

IV. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

V. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити § 25, Вправа № 25 (3, 4)