

Фізика 11**Урок 44 Електромагнітні хвилі. Властивості електромагнітних хвиль. Досліди Герца****Мета уроку:**

Навчальна: Формувати знання учнів про електромагнітні хвилі, джерела та властивості електромагнітних хвиль, способи їх отримання; формувати вміння учнів аналізувати та пояснювати фізичні процеси, розуміти важливість використання електромагнітних хвиль у сучасності.

Розвивальна. Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задачі; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: комбінований.

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

Хід уроку**I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП****II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ**

Що таке електромагнітні хвилі?

Хто передбачив існування електромагнітних хвиль?

Якими є властивості електромагнітних хвиль?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ**1. Утворення електромагнітної хвилі**

Електромагнітна хвиля – це поширення в просторі коливань електромагнітного поля.

Електромагнітні хвилі теоретично передбачив британський фізик та математик Джеймс Клерк Максвелл (1831-1879) у 1873 р.

2. Фізичні величини, що характеризують електромагнітну хвилю**3. Досліди Герца з вивчення властивостей електромагнітних хвиль****IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ**

1. Що змінюється: довжина хвилі чи частота під час переходу електромагнітної хвилі з одного середовища в інше?

Змінюється довжина хвилі і швидкість, частота залишається сталою.

2. Обчисліть довжину електромагнітної хвилі у вакуумі, якщо частота коливань у ній $4 \cdot 10^{11}$ Гц.

Дано:

$$\nu = 4 \cdot 10^{11} \text{ Гц}$$

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

$\lambda = ?$

Розв'язання

$$c = \lambda \nu \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$[\lambda] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{Гц}} = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{1}{\text{с}}} = \text{м}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{11}} = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$$

$$\text{Відповідь: } \lambda = 0,75 \text{ мм } \lambda = 0,75 \text{ мм}$$

3. Яка частота електромагнітної хвилі, що поширюється у воді, якщо у цьому середовищі вона має довжину $5 \cdot 10^{-4}$ м і швидкість $2,5 \cdot 10^8$ м/с.

Дано:

$$\lambda = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

$$\nu = 2,5 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$\nu = ?$

Розв'язання

$$\nu = \lambda \nu \quad \Rightarrow \quad \nu = \frac{\nu}{\lambda}$$

$$[\nu] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{м}} = \frac{1}{\text{с}} = \text{Гц} \quad \nu = \frac{2,5 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-4}} = 0,5 \cdot 10^{12} \text{ (Гц)}$$

$$\text{Відповідь: } \nu = 0,5 \cdot 10^{12} \text{ Гц } \nu = 0,5 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$$

4. Світлова хвиля поширюється в повітрі і має частоту $4 \cdot 10^{14}$ Гц і довжину 0,75 мкм. Яка швидкість поширення світла в повітрі?

Дано:

$$\nu = 4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$$\lambda = 0,75 \text{ мкм}$$

$$= 0,75 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$\nu - ?$$

Розв'язання

$$\nu = \lambda \nu \quad [\nu] = \text{м} \cdot \text{Гц} = \text{м} \cdot \frac{1}{\text{с}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\nu = 0,75 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{14} = 3 \cdot 10^8 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

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

Відповідь:

5. Радіосигнал, відправлений на планету Венера, повернувся після відбиття від її поверхні через 5 хв. Якою була відстань від Землі до Венери в момент радіолокації?

Дано:

$$t = 5 \text{ хв} = 300 \text{ с}$$

$$= 3 \cdot 10^2 \text{ с}$$

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

$$s - ?$$

Розв'язання

$$s = \frac{c \cdot t}{2} \quad [s] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с}}{1} = \text{м}$$

$$s = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 3 \cdot 10^2}{2} = 4,5 \cdot 10^{10} (\text{м})$$

$$\text{Відповідь: } s = 4,5 \cdot 10^{10} \text{ м} \quad s = 4,5 \cdot 10^{10} \text{ м}$$

6. Скільки коливань відбувається в електромагнітній хвилі з довжиною хвилі 300 м за час, який дорівнює періодові звукових коливань з частотою 2000 Гц?

Дано:

$$\lambda_{\text{ел.}} = 300 \text{ м}$$

$$\nu_{\text{зв.}} = 2000 \text{ Гц}$$

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

$$N - ?$$

Розв'язання

$$T_{\text{зв.}} = N T_{\text{ел.}} \Rightarrow N = \frac{T_{\text{зв.}}}{T_{\text{ел.}}} = \frac{\nu_{\text{ел.}}}{\nu_{\text{зв.}}} \quad \nu_{\text{ел.}} = \frac{c}{\lambda_{\text{ел.}}}$$

$$N = \frac{c}{\lambda_{\text{ел.}} \nu_{\text{зв.}}} \quad [N] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{м} \cdot \text{Гц}} = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{м} \cdot \frac{1}{\text{с}}} = 1$$

$$N = \frac{3 \cdot 10^8}{300 \cdot 2000} = 500$$

$$\text{Відповідь: } N = 500 \quad N = 500$$

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Дайте означення електромагнітної хвилі.
2. Як утворюється електромагнітна хвиля? Які об'єкти можуть її випромінювати?
3. Доведіть, що електромагнітна хвиля – це поперечна хвиля.
4. Як пов'язані між собою довжина, частота і швидкість поширення електромагнітної хвилі?
5. Як енергія електромагнітної хвилі залежить від її частоти?
6. Опишіть будову пристроїв, за допомогою яких Г. Герц створював і реєстрував електромагнітні хвилі.
7. Які властивості електромагнітних хвиль було встановлено в ході дослідів Г. Герца? Опишіть ці досліди.

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 22, Вправа № 22 (2, 5, 6)

Додаткові задачі

1. У випадку якого руху — рівномірного або рівноприскореного — електричний заряд буде випромінювати електромагнітні хвилі?

У разі рівноприскореного руху.

2. Які коливання відбуваються в середовищі у випадку поширення в ньому електромагнітних хвиль?

Коливання напруженості електричного поля й індукції магнітного поля.

3. Чи залежить швидкість поширення електромагнітних хвиль у вакуумі від: а) частоти коливань; б) напрямку поширення хвиль?

Не залежить

4. Обчисліть довжину електромагнітної хвилі з частотою $7 \cdot 10^{14}$ Гц у склі, якщо швидкість електромагнітної хвилі у цьому середовищі $2,1 \cdot 10^8$ м/с.

Дано:

$$\nu = 7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$$v = 2,1 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$\lambda - ?$

Розв'язання

$$v = \lambda \nu \Rightarrow \lambda = \frac{v}{\nu}$$

$$[\lambda] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{1}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{\frac{1}{\text{с}}} = \text{м}$$

$$\lambda = \frac{2,1 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^{14}} = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ (м)}$$

$$\text{Відповідь: } \lambda = 0,3 \text{ мкм } \lambda = 0,3 \text{ мкм}$$

5. Довжина хвилі світла зеленого кольору у вакуумі – 530 нм. Визначте частоту цієї хвилі.

Дано:

$$\lambda = 530 \text{ нм}$$

$$= 530 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

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

$\nu - ?$

Розв'язання

$$c = \lambda \nu \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$[\nu] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{1}{\text{с}}} = \frac{1}{\text{с}} = \text{Гц}$$

$$\nu = \frac{3 \cdot 10^8}{530 \cdot 10^{-9}} \approx 0,0057 \cdot 10^{17} \text{ (Гц)}$$

$$\text{Відповідь: } \nu \approx 5,7 \cdot 10^{14} \text{ Гц } \nu \approx 5,7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

6. Визначте довжину випромінюваної електромагнітної хвилі, якщо зміна сили струму в антені передавача відбувається, як показано на графіку (див. рисунок).

Дано:

$$T = 4 \text{ мкс}$$

$$= 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

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

$\lambda - ?$

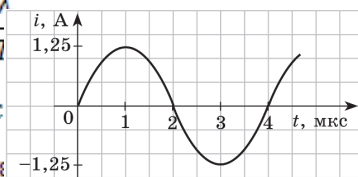
Розв'язання

$$c = \lambda \nu = \frac{\lambda}{T}$$

$$[\lambda] = \frac{\text{м}}{\frac{1}{\text{с}}} = \text{м}$$

$$\lambda = 3 \cdot 10^8 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 1200 \text{ (м)}$$

$$\text{Відповідь: } \lambda = 1200 \text{ м } \lambda = 1200 \text{ м}$$



7. На рисунку наведений графік коливань сили струму в коливальному контурі генератора радіопередавача. На якій довжині хвилі можна приймати його передачі?

Дано:

$$T = 4 \text{ нс}$$

$$= 4 \cdot 10^{-9} \text{ с}$$

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

Розв'язання

$$c = \lambda \nu = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \lambda = cT$$

$$[\lambda] = \frac{\text{м}}{\frac{1}{\text{с}}} = \text{м} \quad \lambda = 3 \cdot 10^8 \cdot 4 \cdot 10^{-9} = 1,2 \text{ (м)}$$

$$\text{Відповідь: } \lambda = 1,2 \text{ м } \lambda = 1,2 \text{ м}$$

$\lambda - ?$	
8. Через який проміжок часу на Землі прийняли сигнал, переданий міжпланетним кораблем, що перебував на орбіті Юпітера? Відстань між планетами прийміть за 630 млн км.	
Дано: $s = 630 \text{ млн км}$ $= 630 \cdot 10^9 \text{ м}$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	Розв'язання $s = c \cdot t \quad t = \frac{s}{c} \quad [t] = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{с}$ $t = \frac{630 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8} = 2100 \text{ (с)}$
$t - ?$	Відповідь: $t = 35 \text{ хв} \quad t = 35 \text{ хв}$
9. Через який мінімальний проміжок часу можна одержати відповідь на питання ЦУПу від екіпажа космічного корабля, що проводить дослідження на поверхні Місяця?	
Дано: $s = 384400 \text{ км}$ $= 3,844 \cdot 10^8 \text{ м}$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	Розв'язання $s = \frac{c \cdot t}{2} \Rightarrow t = \frac{2s}{c} \quad [t] = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{с}$ $t = \frac{2 \cdot 3,844 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8} \approx 2,56 \text{ (с)}$
$t - ?$	Відповідь: $t \approx 2,56 \text{ с} \quad t \approx 2,56 \text{ с}$
10. Коливання напруженості електричного поля в електромагнітній хвилі виражені рівнянням $E = 10 \sin(\pi \cdot 10^8 t + \pi) \text{ (В/м)}$ $E = 10 \sin(\pi \cdot 10^8 t + \pi) \text{ (В/м)}$. Визначте частоту хвилі.	
Дано: $E = 10 \sin(\pi \cdot 10^8 t + \pi) \left(\frac{\text{В}}{\text{м}} \right)$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	Розв'язання $\omega = 10^8 \pi \text{ с}^{-1} \quad \omega = 2\pi\nu \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi}$ $[\nu] = \text{с}^{-1} = \text{Гц}$ $\nu = \frac{10^8 \pi}{2\pi} = 5 \cdot 10^7 \text{ (Гц)}$
$\nu - ?$	Відповідь: $\nu = 50 \text{ МГц} \quad \nu = 50 \text{ МГц}$
11. Як зміниться напруженість електричного поля випромінюваної зарядом хвилі, якщо прискорення заряду збільшиться в п'ять разів? Збільшиться у 5 разів	
12. Чи випромінює електромагнітну хвилю заряд, який рухається в даній системі відліку рівномірно прямолінійно? Ні.	
13. У якому напрямку вібратор Герца не випромінює хвилі? Уздовж своєї осі.	
14. Передавальні й приймальні вібратори розташовані взаємно перпендикулярно. Чи виникнуть коливання в приймальному вібраторі? Ні.	
15. Скільки коливань відбувається в електромагнітній хвилі довжиною 70 см протягом одного періоду звукових коливань з частотою 1500 Гц?	
Дано: $\lambda_{\text{ел.}} = 70 \text{ см} = 0,7 \text{ м}$ $\nu_{\text{зв.}} = 1500 \text{ Гц}$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	Розв'язання $T_{\text{зв.}} = NT_{\text{ел.}} \Rightarrow N = \frac{T_{\text{зв.}}}{T_{\text{ел.}}} = \frac{\nu_{\text{ел.}}}{\nu_{\text{зв.}}} \quad \nu_{\text{ел.}} = \frac{c}{\lambda_{\text{ел.}}}$ $N = \frac{c}{\lambda_{\text{ел.}} \nu_{\text{зв.}}} \quad N = \frac{c}{\lambda_{\text{ел.}} \nu_{\text{зв.}}} \quad N = \frac{3 \cdot 10^8}{0,7 \cdot 1500} \approx 285714$ $N = \frac{3 \cdot 10^8}{0,7 \cdot 1500} \approx 285714$
$N - ?$	Відповідь: $N \approx 2,9 \cdot 10^5 \quad N \approx 2,9 \cdot 10^5$

16. Протягом одного періоду звукових коливань частотою 160 Гц в електромагнітній хвилі відбувається $2,5 \cdot 10^5$ коливань. Визначте довжину цієї хвилі.

Дано:

$$\nu_{\text{зв.}} = 160 \text{ Гц}$$

$$N = 2,5 \cdot 10^5$$

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

$$\lambda_{\text{ел.}} = ?$$

Розв'язання

$$T_{\text{зв.}} = NT_{\text{ел.}} \Rightarrow N = \frac{T_{\text{зв.}}}{T_{\text{ел.}}} = \frac{\nu_{\text{ел.}}}{\nu_{\text{зв.}}} \quad \nu_{\text{ел.}} = \frac{c}{\lambda_{\text{ел.}}}$$

$$N = \frac{c}{\lambda_{\text{ел.}} \nu_{\text{зв.}}} \quad \lambda_{\text{ел.}} = \frac{c}{N \nu_{\text{зв.}}} \quad [\lambda_{\text{ел.}}] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{1}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{1} = \text{м}$$

$$\lambda_{\text{ел.}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,5 \cdot 10^5 \cdot 160} = 7,5 \text{ (м)}$$

Відповідь: $\lambda_{\text{ел.}} = 7,5 \text{ м}$