

26.10.2023

Група 32

Фізика і астрономія

Урок 19-20

**Тема:** Шкала електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі в природі і техніці

**Мета:**

- Повторити теоретичний матеріал; узагальнити, систематизувати та поглибити знання учнів із теми; застосувати знання з фізики під час розв'язування прикладних задач; формувати уяву про процеси у природі;
- розвивати в учнів пізнавальний інтерес, уміння використовувати набуті знання, навички й уміння в нових ситуаціях; підвищити інтерес до вивчення фізики та астрономії; розвивати абстрактне та логічне мислення;
- виховувати у учнів повагу та зацікавленість до вивчення фізики та астрономії, старанність у навчанні; сприяти розширенню кругозору учнів.

### Матеріали до уроку:



Електромагнітні хвилі (електромагнітне випромінювання) — це поширення у просторі коливань електромагнітного поля. Електромагнітні хвилі можуть випромінюватися різноманітними об'єктами — від величезних зір до атомних ядер. Про шкалу електромагнітних хвиль ви дізналися ще в курсі фізики 9-го класу. Отже, згадуємо і дізнаємося нове.

1

### Шкала електромагнітних хвиль

**Шкала (спектр) електромагнітних хвиль** — безперервна послідовність частот і довжин електромагнітних хвиль, що існують у природі.

За способом випромінювання хвиль, що належать до тієї чи іншої ділянки спектра, розрізняють: низькочастотне випромінювання й радіохвилі; інфрачервоне випромінювання, видиме світло й ультрафіолетове випромінювання; рентгенівське випромінювання; гамма-випромінювання (рис. 35.1).

Принципової відмінності між окремими ділянками спектра немає — усі ці види випромінювань являють собою електромагнітні хвилі. Ці хвилі поширюються у вакуумі з однаковою швидкістю, яка дорівнює швидкості світла; породжуються зарядженими частинками, що рухаються прискорено; одночасно мають і хвильові, і квантові властивості, оскільки корпускулярно-хвильовий дуалізм — це загальна властивість природи. Зі збільшенням частоти (зменшенням довжини) на перший план поступово виходять квантові властивості електромагнітного випромінювання, зі зменшенням частоти — хвильові. В оптичному діапазоні і квантові, і хвильові властивості електромагнітного випромінювання виявляються майже однаково.



**Рис. 35.1.** Шкала (спектр) електромагнітних хвиль — безперервна послідовність частот і довжин електромагнітних хвиль, що існують у природі

Розглянемо спектр електромагнітних хвиль докладніше.

## 2 Радіохвилі

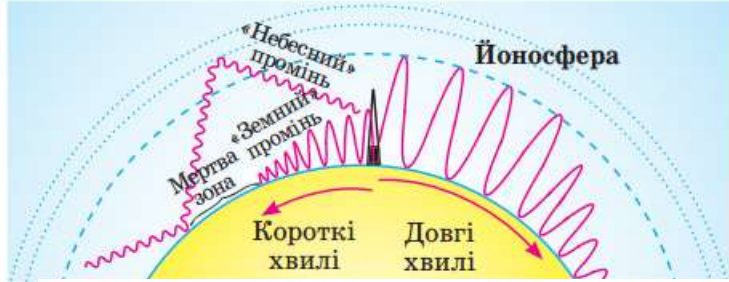
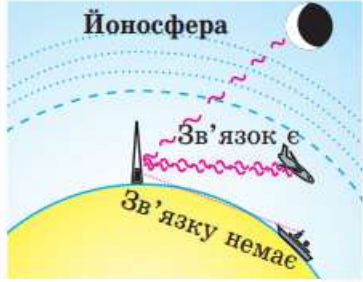
**Радіохвилі** — електромагнітні хвилі довжиною від 100 км (3 кГц) до  $\sim 0,1$  мм (3 ТГц).

*Радіохвилі* — від наддовгих із довжиною понад 10 км до ультракоротких і мікрохвиль із довжиною менш ніж 0,1 мм — *породжуються змінним електричним струмом.*

*Низькочастотне випромінювання* (наддовгі радіохвилі) виникає, наприклад, навколо провідників, в яких тече змінний струм, і поблизу генераторів електричного струму. Оскільки енергія цих хвиль є дуже малою, вони можуть поширюватися на невеликі відстані й серйозно не впливають на організми, в тому числі на людину.

Електромагнітні хвилі *радіодіапазону* породжуються високочастотним змінним струмом, який створюють генератори високочастотних електромагнітних коливань.



Особливості поширення хвиль радіодіапазону			
Довгі радіохвилі	Середні радіохвилі	Короткі радіохвилі	Ультракорткі радіохвилі
Довжина: від 1 до ~ 10 км	Довжина: 100 м — 1 км	Довжина: 10 – 100 м	Довжина: від ~ 0,1 мм до 10 м
Здатні обгинати земну поверхню, тому багато міжнародних радіостанцій ведуть мовлення на довгих хвилях; цей діапазон хвиль виділений для морської навігації.	Поширюються в межах 1 тис. км, оскільки можуть відбиватися тільки від іоносфери. Радіопередачі на середніх хвилях краще приймаються вночі, коли підвищується відбивна здатність іоносферного шару.	Відбившись від іоносфери, повертаються до Землі, відбиваються від її поверхні, знову спрямовуються до іоносфери, де знову відбиваються. Так, багаторазово відбиваючись, радіохвиля може кілька разів обійти земну кулю.	Практично не відбиваються від іоносфери, поширюються в межах прямої видимості. Порівняно з іншими хвилями радіодіапазону ультракорткі радіохвилі легко модулювати, їх можна спрямовувати вузьким пучком, вони менше розсіюються. Саме тому ці радіохвилі набули широкого застосування у стільниковому зв'язку, телебаченні й радіолокації.
			

### 3 Електромагнітні хвилі оптичного діапазону

Будь-які хвилі оптичного діапазону випромінюються збудженими атомами під час їх переходу в стан з меншим рівнем енергії. Збудження атома відбувається внаслідок поглинання ним певної порції (кванта) енергії. Наприклад, під час непружного зіткнення атомів (або молекул) частина їх кінетичної енергії може витратитися на збудження, а потім випромінитися у вигляді кванта світла. Кожен ізольований атом, подібно до коливального контуру, може випромінювати тільки хвилі певних частот (щоправда, коливальний контур випромінює хвилі тільки однієї частоти).

Інфрачервоне (теплове) випромінювання	Видиме світло	Ультрафіолетове випромінювання
		
Довжина хвилі: від ~ 760 нм до ~ 1–2 мм	Довжина хвилі: від ~ 400 до ~ 760 нм	Довжина хвилі: від ~ 10 до ~ 400 нм
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Інфрачервоні промені випромінюють будь-які тіла, що мають температуру, вищу за абсолютний нуль. Саме на цьому ґрунтується їх застосування у тепловізорах — приладах нічного бачення.</li> <li>• Людське око не здатне бачити інфрачервоне випромінювання, адже енергії</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Видиме світло випромінюють досить нагріті тіла, причому температура, за якої тіло починає випромінювати світло, залежить від речовини, з якої складається це тіло. Випромінюванням видимого світла можуть супроводжуватися і деякі хі-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ультрафіолет випромінюють Сонце та інші зорі, електричні дуги, спеціальні кварцові лампи.</li> <li>• Людське око не реагує на ультрафіолетове випромінювання. Наймовірніше, це пов'язано з еволюцією, адже ці промені добре поглинаються водою, яка входить до складу рогівки ока.</li> </ul>



квантів недостатньо, щоб збудити нервові клітинки в очі. Але багато представників фауни мають спеціальні «пристосування» — своєрідні «прилади нічного бачення», які здатні сприймати ці промені.

- Інфрачервоне випромінювання зазвичай є корисним для людини, але у великих дозах може спричинити запаморочення, втрату свідомості — тепловий і сонячний удари.

мічні реакції (хемілюмінесценція), завдяки яким світяться світлячки, радіолярії тощо.

- Видиме біле світло розділяють на сім кольорів: червоний, оранжевий, жовтий, зелений, блакитний, синій (індіго), фіолетовий.

Людське око найкраще сприймає світлові хвилі довжиною 555 м, які відповідають зеленій частині спектра.

Ультрафіолет має високу хімічну активність, тому у великих дозах негативно впливає на людину. Саме тому не варто перебувати на сонці, коли сонячне випромінювання найбільш інтенсивне. Проте в невеликих дозах ультрафіолет є корисним: він сприяє виробленню вітаміну D, зміцнює імунну систему, стимулює низку важливих життєвих функцій в організмі.

*Зверніть увагу:* в оптичному діапазоні спектра електромагнітних хвиль стають суттєвими явища, зумовлені атомною будовою речовини, тому окрім хвильових виявляються квантові властивості випромінювання.



**Рис. 35.2.** Перший рентгівський знімок: кисть руки Берти Рентген (дружини В. Рентгена) з обручкою

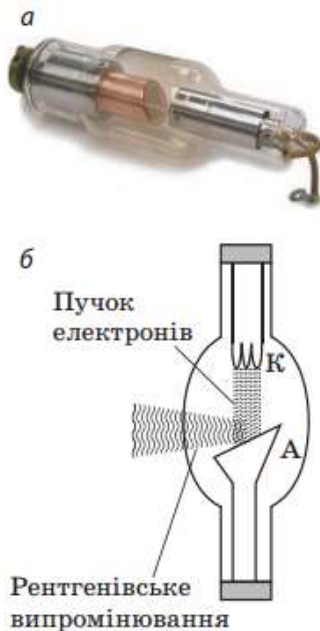
#### 4 Рентгівське випромінювання

У XXI ст. навряд чи знайдеться доросла людина, яка хоча б раз у житті не робила рентгівського знімка. Наприкінці ж XIX ст. зображення кисті людини з видимою структурою кісток (рис. 35.2.) обійшло шпальти газет усього світу й стало справжньою сенсацією для фізиків. За відкриття в 1895 р. рентгівського випромінювання німецький фізик *Вільгельм Конрад Рентген* (1845–1923) став першим у світі лауреатом Нобелівської премії.

**Рентгівське випромінювання (X-випромінювання)** — електромагнітні хвилі довжиною від  $\sim 0,001$  нм до  $\sim 100$  нм.

Рентгівське випромінювання виникає внаслідок взаємодії швидких електронів з атомами катода в *рентгівській трубці*, яка являє собою вакуумну скляну колбу з двома електродами — анодом А і катодом К (рис. 35.3). Між електродами створюється висока напруга (10–500 кВ), а катодом пропускають електричний струм; коли катод нагрівається, то з його поверхні починають вилітати (емітувати) електрони.





**Рис. 35.3.** Рентгенівська трубка: *а* — вигляд; *б* — схематичне зображення

! Згадайте, як називають явище емісії електронів із поверхні металу внаслідок нагрівання.

Електрони, які випромінює катод, розганяються електричним полем до величезних швидкостей. Їх потрапляння на анод спричиняє два види рентгенівського випромінювання: *гальмівне*, зумовлене величезним прискоренням електронів під час їхнього гальмування на аноді, та *характеристичне*, зумовлене високоенергетичними збудженнями електронних оболонок атомів.

Рентгенівське випромінювання найширше застосовують у медицині, адже воно має властивість проходити крізь непрозорі предмети (наприклад, тіло людини). Кісткові тканини менш прозорі для рентгенівського випромінювання, ніж інші тканини організму людини, тому кістки чітко видно на рентгенограмі. Рентгенівське випромінювання чинить руйнівну дію на клітини організму, тому застосовувати його потрібно надзвичайно обережно. Рентгенівську зйомку використовують також у промисловості (для виявлення дефектів), хімії (для аналізу сполук), фізиці (для дослідження структури кристалів).

## 5 Гамма-випромінювання

**Гамма ( $\gamma$ )-випромінювання** — електромагнітні хвилі довжиною менш ніж 0,05 нм.

$\gamma$ -випромінювання випускається збудженими атомними ядрами під час ядерних реакцій, радіоактивних перетворень атомних ядер і перетворень елементарних частинок.

$\gamma$ -випромінювання використовують у дефектоскопії (виявлення дефектів усередині деталей); радіаційній хімії (наприклад, у процесі полімеризації); сільському господарстві й харчовій промисловості (стерилізація харчів); медицині (стерилізація приміщень, променева терапія). На організми  $\gamma$ -випромінювання чинить мутагенний і канцерогенний вплив. Разом із тим чітко спрямоване й дозоване  $\gamma$ -випромінювання застосовують для знищення ракових клітин (променева терапія) (рис. 35.4).

*Зверніть увагу!* У діапазонах рентгенівського випромінювання і  $\gamma$ -випромінювання на перший план виступають *квантові властивості електромагнітного випромінювання*.

### Хто відкрив X-промені

Значний внесок у дослідження X-випромінювання, яке згодом було названо рентгенівським, зробив видатний учений українського походження *Іван Павлович Пулюй* (1845–1918), адже саме він ще в 1881 р. винайшов трубку, яку використав потім В. Рентген у своїх дослідках і яка стала прообразом трубок сучасних рентгенівських апаратів. Фахівці з історії фізики дотепер сперечаються про те, хто насправді відкрив X-промені (див. також рубрику «Фізика і техніка в Україні» наприкінці § 35).

**Домашнє завдання:** дати відповіді на запитання (у зошиті):

- 1) Відомо, що електромагнітне випромінювання чинить хімічну дію, зокрема завдяки електромагнітному випромінюванню відбувається фотосинтез. Скориставшись додатковими джерелами, опишіть значення фотосинтезу для життя на Землі.

- 2) Спираючись на властивості різних видів електромагнітного випромінювання, складіть інструкції щодо правил поведінки під час перебування на пляжі; під час медичних обстежень; під час роботи за комп'ютером.

**Зворотній зв'язок:**

**E-mail** [t.anastasia.igorivna@gmail.com](mailto:t.anastasia.igorivna@gmail.com)