

§ 37. ШКАЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ В ПРИРОДІ Й ТЕХНІЦІ



Радіохвилі, що використовуються в радіотехніці,— це лише частина великого спектра електромагнітних хвиль. За радіохвилями (в бік зменшення довжини) йдуть теплові, або інфрачервоні, промені, потім вузька ділянка хвиль видимого світла, далі — спектр ультрафіолетових, рентгенівських і гамма-променів. Розглянемо, що спільного й відмінного мають різні види електромагнітного випромінювання.



Що ми називаємо спектром електромагнітних хвиль



Спектр (шкала) електромагнітних хвиль — неперервна 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. 37.1).

Принципової відмінності між окремими ділянками спектра немає: всі ці види випромінювань являють собою електромагнітні хвилі, мають однакову швидкість поширення, яка дорівнює швидкості світла, і породжуються зарядженими частинками, що рухаються прискорено.

Розглянемо спектр електромагнітних хвиль докладніше.

2 Особливості випромінювання та властивості радіохвиль

Низькочастотне випромінювання (наддовгі радіохвилі) виникають, наприклад, навколо провідників, по яких тече змінний струм, і поблизу генераторів електричного струму. Оскільки енергія цих хвиль є дуже малою, то вони можуть поширюватися на невеликі відстані й серйозно не впливають на живі організми, в тому числі на людину. Однак у безпосередній близькості від ліній електропередач (або інших потужних джерел) енергія радіохвиль є досить великою, і тривале перебування в цій зоні небажане. Експерименти, проведені на кроликах, показали, що півгодинний вплив низькочастотних електромагнітних коливань викликає у кроликів почастішання кіркового ритму і збільшення амплітуди коливань напруги на нейронах мозку.

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

Ми вже говорили про застосування електромагнітних хвиль радіодіапазону. Вони набули значного поширення й зробили життя людини набагато комфортнішим. Однак ані дрібні організми, ані великі тварини, ані люди не мають спеціальних рецепторів, які б сприймали радіочастотні електромагнітні хвилі. Ми не відчуваємо їх, хоча вони й впливають на загальний стан людей і тварин, причому чим коротші хвилі, тим виразніше реагують на них організми (рис. 37.2).



Рис. 37.1. Шкала електромагнітних хвиль

Слід звернути увагу й на негативний вплив потужних електромагнітних хвиль на здоров'я людини. Наприклад, медики стверджують, що стільниковий телефон — це небезпечне джерело електромагнітного випромінювання, оскільки він перебуває надзвичайно близько від мозку та очей людини, до того ж випромінює електромагнітні хвилі великої потужності. Поглинаючись тканинами головного мозку, зоровими та слуховими аналізаторами, хвилі передають їм енергію. З часом це призводить до порушення нервової, ендокринної й серцево-судинної систем. Це підтвердили експерименти, проведені на щурах.



Рис. 37.2. Метрові радіохвилі викликають збудження у мавп: вони повертають голову в бік їхнього джерела

3 Інфрачервоне випромінювання

Між радіохвилями та видимим світлом лежить ділянка інфрачервоного (теплого) випромінювання, довжина хвилі якого від 740 нм до 1–2 мм. Теплове випромінювання виникає внаслідок зіткнення атомів і молекул у газах, рідинах або твердих тілах. Зіткнення викликає збудження атомів, яке приводить до випромінювання атомами електромагнітних хвиль частотою вищою, ніж частота хвиль, створених електричним струмом. Інтенсивність інфрачервоного випромінювання збільшується зі збільшенням температури тіла.

Людське око не здатне бачити цієї частини спектра, ми можемо тільки відчувати тепло. Але багато представників фауни мають спеціальні пристосування — своєрідні живі «прилади нічного бачення», які здатні сприймати інфрачервоні промені (рис. 37.3, 37.4).

З усього спектра інфрачервоне випромінювання найбільш споріднене з організмом людини та корисне для нього. Хвилі довжинами приблизно від 7 до 14 мкм, які відповідають випромінюванню самого людського тіла, чинять на організм людини дивовижно корисну дію. Найвідоміше природне джерело таких хвиль на Землі — це Сонце, а найвідоміше штучне — піч, і кожна людина обов'язково відчувала на собі їхній сприятливий вплив.

Інфрачервоні діоди й фотодіоди застосовуються в пультах дистанційного керування, системах автоматики, охоронних системах тощо. Ці промені не відволікають уваги людини завдяки тому, що невидимі. Інфрачервоні випромінювачі застосовують і в промисловості для сушіння лакофарбових поверхонь, зерна, крупи та ін.



Рис. 37.3. Глибоководні кальмари, крім звичайних, мають ще термоскопічні очі, які розташовані на хвості й вловлюють інфрачервоні промені



Рис. 37.4. Американська гризуча змія має надчутливий термолокатор, розташований у лицевій ямці між очима та ніздрями рептилії

4 Видиме світло та ультрафіолетове випромінювання

За високих температур атоми й молекули починають випромінювати видиме світло (довжина хвилі від 380 до 760 нм) та ультрафіолетове випромінювання (довжина хвилі від 200 до 380 нм).

Із властивостями видимого випромінювання ви докладно ознайомитеся під час вивчення оптики. Тут звернемо увагу лише на такий факт. Атоми випускають видиме світло, як і інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання, у збудженому стані. Проте кожен атом, подібно до коливального контуру, може випромінювати тільки хвилі певних частот (щоправда, коливальний контур випромінює електромагнітні хвилі тільки однієї частоти). Атом також поглинає світло, причому поглинає хвилі лише тих частот, які може випромінювати. Тут ми знову бачимо аналогію з радіохвилями: коливальний контур радіоприймача найкраще поглинає ті хвилі, частота яких дорівнює власній частоті коливань контуру. Це ще раз підтверджує однакову природу всього спектра електромагнітних хвиль.

Ультрафіолетове випромінювання, на відміну від видимого світла та інфрачервоного випромінювання, має високу хімічну активність, тому у великих дозах воно негативно впливає на людину. Земна атмосфера частково затримує ультрафіолетові хвилі: промені, коротші за 290 нм (жорсткий ультрафіолет), затримуються у верхніх шарах атмосфери озоном, а довгохвильове випромінювання поглинається вуглекислим газом, водяною паром й озоном.

Щоб знизити ймовірність сонячного опіку та розвитку раку шкіри, медики рекомендують не перебувати на сонці між 10 і 13 годинами, коли сонячне випромінювання найбільш інтенсивне. Немовлят віком до 6 місяців рекомендують повністю уберігати від впливу прямого сонячного випромінювання. Проте в невеликих кількостях ультрафіолетове випромінювання добре впливає на людину: воно сприяє виробленню вітаміну D, зміцнює імунну систему, стимулює низку важливих життєвих функцій в організмі.

Зверніть увагу: в оптичній частині спектра стають суттєвими явища, зумовлені атомною будовою речовини, тому, крім хвильових, виявляються квантові властивості* випромінювання.

5 Рентгенівське й гамма-випромінювання

Ще вищими за частотою на шкалі електромагнітних хвиль є *рентгенівські промені* (довжина хвилі порядку 0,1 нм). Рентгенівське випромінювання виникає внаслідок гальмування швидких заряджених частинок (електронів, протонів та ін.), а також у результаті процесів, що відбуваються всередині електронних оболонок атомів.

Найбільш широко рентгенівське випромінювання застосовується в медицині. Проходячи крізь досліджуваний об'єкт і потрапляючи на фотоплівку, рентгенівське випромінювання відтворює на ній

* Докладно з квантовими властивостями світла ви познайомитеся під час вивчення оптики.

внутрішню структуру об'єкта. Кісткові тканини менш прозорі для рентгенівського випромінювання, ніж тканини, з яких складаються шкіра та внутрішні органи людини, тому на рентгенограмі кістки позначаються світлішими ділянками (рис. 37.5). Рентгенівська зйомка використовується також у промисловості (для виявлення тріщин у литті, пластмасах і гумах); у хімії (для аналізу сполук); у фізиці (для дослідження структури кристалів).



Рис. 37.5. Рентгенівські знімки переломи лапки кота: а — до операції; б — після операції

Рентгенівське випромінювання чинить руйнівну дію на клітини організму, тому застосовувати його потрібно надзвичайно обережно.

Гамма-випромінювання (довжина хвилі менше 0,05 нм) випускають збуджені атомні ядра під час ядерних реакцій, радіоактивних перетворень атомних ядер і перетворень елементарних частинок.

Гамма-випромінювання використовується у дефектоскопії (для виявлення дефектів усередині деталей); радіаційній хімії (наприклад, у процесі полімеризації); сільському господарстві й харчовій промисловості (для стерилізації харчів); медицині (для стерилізації приміщень, променева терапія). На організми гамма-випромінювання чинить мутагенний та канцерогенний вплив.

Зверніть увагу: у ділянці рентгенівського й гамма-випромінювання на перший план виступають квантові властивості електромагнітного випромінювання.



Підбиваємо підсумки

Спектр (шкала) електромагнітних хвиль — неперервна послідовність частот і довжин електромагнітних хвиль, що існують у природі.

За способом випромінювання та приймання хвиль, що належать до тієї чи іншої ділянки спектра, розрізняють: низькочастотне випромінювання й радіохвилі (створюються змінним електричним струмом); інфрачервоне випромінювання, видиме світло й ультрафіолетове випромінювання (випускаються збудженими атомами); рентгенівське випромінювання (створюється під час швидкого гальмування заряджених частинок); гамма-випромінювання (випускається збудженими атомними ядрами).

Усі види випромінювань являють собою електромагнітні хвилі, отже, поширюються в просторі зі швидкістю світла. Зі збільшенням частоти (зменшенням довжини) хвилі збільшується проникна здатність електромагнітного випромінювання, і поступово на перший план виступають квантові властивості випромінювання.



Контрольні запитання

1. Назвіть відомі вам види електромагнітних випромінювань. 2. Що спільного між усіма видами електромагнітних випромінювань? У чому їх відмінність? 3. Як змінюються властивості електромагнітного випромінювання зі збільшенням його частоти? 4. Наведіть приклади застосування різних видів випромінювань. 5. Як уникнути негативного впливу деяких видів електромагнітного випромінювання на здоров'я людини?