

31.10.2023

Група 32

Фізика і астрономія

Урок 23-24

Тема: Види спектрів. Основи спектрального аналізу

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:



«Дві речі сповнюють душу завжди новим і все сильнішим здивуванням і благоговінням, чим частіше і триваліше ми розмірковуємо про них, — це зоряне небо наді мною і моральний закон у мені», — писав німецький філософ *Іммануїл Кант* (1724–1804). Утім світло, яке випромінюють зорі, — це не лише дивовижна краса: воно несе до нас інформацію про температуру і склад зір, про їх рух і процеси, що в них відбуваються. Слід лише навчитися зчитувати цю інформацію. Дізнаємось, які знання про будову атома допомогли «дотягнутися» до зір.

1

Лінійчасті спектри випромінювання і поглинання

Якщо кинути дрібочку кухонної солі в полум'я газового пальника, воно забарвлюється в жовтий колір. Причина цього явища вам уже відома з курсу хімії: до складу кухонної солі входить Натрій, і саме атоми цього елемента зумовлюють характерне жовте випромінювання. Розберемося в механізмі появи цього випромінювання.

У полум'ї пальника натрій нагрівається, і атоми Натрію переходять у збуджений стан. Повертаючись в основний стан, атоми *випромінюють*

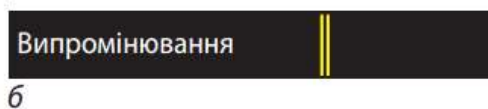
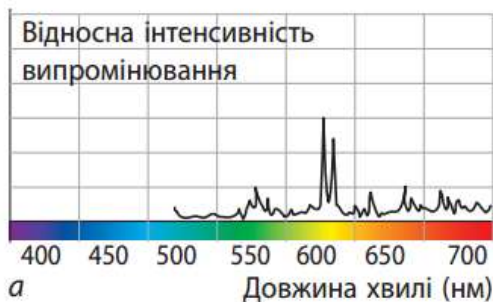
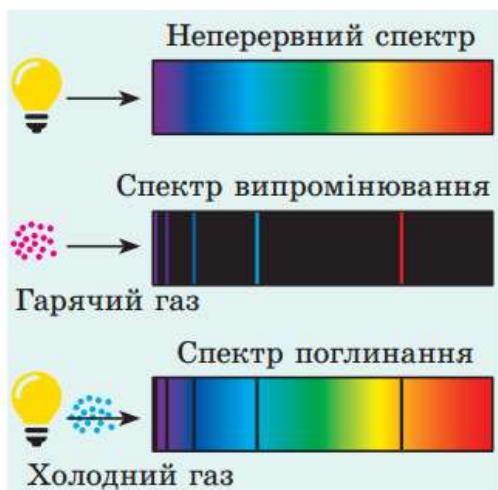


Рис. 37.1. Лінійчастий спектр Натрію: *а* — залежність відносної інтенсивності випромінювання полум'я, що містить атоми Натрію, від довжини хвилі; *б* — спектр випромінювання (подвійна жовта лінія на темному фоні); *в* — спектр поглинання (подвійна темна лінія на фоні неперервного спектра)



Зверніть увагу!

Газ найінтенсивніше поглинає світло саме тих довжин, які він випромінює в нагрітому стані, тому *темні лінії спектра поглинання розташовані точно в тих місцях, де спостерігаються світлі лінії спектра випромінювання.*

електромагнітні хвилі, причому відповідно до постулатів Бора — чітко визначених частот, а отже, і довжин. Для Натрію найбільша інтенсивність випромінювання припадає на довжини хвиль, які відповідають світлу жовтого кольору (рис. 37.1, а).

Численні дослідження довели, що за нагрівання до дуже високої температури атоми будь-якого хімічного елемента можуть випромінювати світло, вузький пучок якого розкладається призмою на кілька пучків. Якщо газ розріджений і перебуває в атомарному (не молекулярному) стані, то на екрані спектрографа спостерігаються *різнокольорові лінії, розділені широкими темними смугами.* Сукупність цих ліній називають **лінійчастим спектром випромінювання** (рис. 37.1, б).

Існує і зворотне явище: якщо біле світло пропускати через речовину в газоподібному стані, то спостерігаються *темні лінії на фоні неперервного спектра.* Сукупність цих ліній називають **лінійчастим спектром поглинання** (рис. 37.1, в).

Зазначимо, що *лінійчастий спектр будь-якого конкретного хімічного елемента не збігається з лінійчастим спектром інших хімічних елементів, а отже, є своєрідною «візитівкою» елемента.*

Лінійчасті спектри дають лише розрізнені гази в атомарному стані: спостерігаючи крізь призму за світінням газового розряду в газорозрядній трубці, можна побачити лінійчастий спектр випромінювання, характерний для газу, яким заповнена трубка.

Якщо густину газу збільшувати, то спектральні лінії поступово розширюються і, коли *міжмолекулярна взаємодія між частинками (атомами, молекулами, йонами) газу стає суттєвою,* лінії зливаються, утворюючи **неперервний спектр.** Саме тому *стиснені гази, рідини і тверді тіла в нагрітому стані дають неперервний спектр випромінювання.*

? Який спектр ви побачите, дивлячись крізь спектрометр на нитку розжарення лампи? на Сонце? на газовий розряд у неоновій трубці?

2**Молекулярні спектри**

Спектри молекулярних газів відрізняються від атомних спектрів і виглядають як система смуг із численних і дуже близько розташованих одна до одної ліній. Такий спектр називають **смугастим спектром** (рис. 37.2).

Така спектральна картина пояснюється тим, що при збудженні молекули відбуваються як енергетичні переходи в атомах (атоми переходять у стани з більшим рівнем енергії), так і збудження коливань атомів усередині молекули й обертання молекули. Енергія коливального руху атомів усередині молекули та енергія обертального руху молекули теж підпорядковуються законам квантової фізики і мають низку дискретних значень. Таким чином, один енергетичний рівень розбивається на безліч коливальних підрівнів. Кількість можливих переходів (повернень в основний стан) різко збільшується, що зумовлює виникнення величезної кількості ліній спектра, які зливаються в широкі смуги.

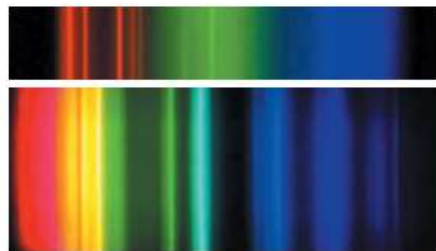


Рис. 37.2. Смугасті спектри складаються з низки смуг, розділених темними проміжками

3**Основи спектрального аналізу**

Уже зазначалося, що дослідження лінійчастих спектрів випромінювання та поглинання одноатомних газів дозволяє ідентифікувати склад цих газів, адже кожний газ в атомарному стані дає власний набір ліній спектра (власний чітко визначений набір довжин хвиль). Ці лінії завжди розташовані в тих самих місцях спектра, незалежно від способу збудження атомів. Зараз визначено спектри всіх атомів й складено таблиці спектрів.

За інтенсивністю випромінювання можна визначити концентрацію певних елементів у даному розрідженому газі: чим більше атомів даного хімічного елемента в суміші газів, тим яскравіші відповідні лінії в спектрі випромінювання або темніші — в спектрі поглинання.

Метод якісного і кількісного визначення складу речовини за її спектром називають **спектральним аналізом**.

Методом спектрального аналізу було відкрито багато елементів. Першим із таких елементів був Цезій (від латин. *caesius* — блакитний) — один із найрідкісніших елементів на Землі. Цезій отримав назву завдяки двом яскравим блакитним лініям у спектрі випромінювання.

Спектральний аналіз — основний метод вивчення астрономічних об'єктів. Саме за його допомогою астрофізики дізналися про хімічний склад зір, газових хмар та інших астрономічних об'єктів.

Завдяки універсальності й надзвичайній точності (спектральний аналіз дозволяє виявити елемент у суміші або сполуці навіть якщо його маса не перевищує 10^{-10} г) метод спектрального аналізу широко застосовують у хімії, металургії, ядерній фізиці.

Зазначимо, що спектральний аналіз молекулярних газів здійснюється за їх молекулярними спектрами, а от визначити склад речовини, яка перебуває у твердому або рідкому стані, за допомогою спектрального аналізу неможливо — спочатку її слід перевести в газоподібний стан.

Звідки ми знаємо властивості далеких зір

Ще в 1802 р. англійський лікар і хімік *Вільям Хайд Волластон* (1766–1828), розглядаючи у спектроскоп Сонце, помітив декілька темних ліній, які перетинали райдужну різнокольорову смугу. Він не надав цьому значення, вважаючи лінії недоліком призми. Але через 17 років німецький фізик *Йозеф Фраунгофер* (1787–1826) переконався, що причина виникнення темних ліній криється власне в Сонці. «Наблизив зорі» — так написано на могилі Й. Фраунгофера, а спектр поглинання Сонця й досі називають *фраунгоферовими лініями*.

- **Лінії поглинання у спектрах зір дозволяють нам дізнатися про їхній хімічний склад, температуру, тиск, швидкість тощо.**

- За М. Планком, зі збільшенням температури зорі максимум потужності її випромінювання зміщується в бік фіолетового кольору, тому, порівнюючи потужності світла різних кольорів, можна *виміряти температуру поверхні зорі*.

- Вимірювати швидкості руху зір, відстані до них, а також відкривати екзопланети допомагає *ефект Доплера*. Він полягає в тому, що для спостерігача довжина хвилі від рухомого джерела змінюється: якщо джерело наближається, вона зменшується, якщо віддаляється — збільшується. Виявилося, що лінії спектрів віддалених галактик зміщуються в бік червоної частини спектра (**червоне зміщення**), тобто ці галактики віддаляються від нас із величезною швидкістю.



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

- 1) Який спектр ви побачите, дивлячись крізь спектроскоп на нитку розжарення лампи? на Сонце? на газовий розряд у неоновій трубці?
- 2) Гелій у перекладі з грецької — «сонце», адже вперше його було виявлено саме на Сонці за допомогою спектрального аналізу. Дізнайтесь, які ще елементи були відкриті за допомогою спектрального аналізу.

Зворотній зв'язок:

E-mail t.anastasia.igorivna@gmail.com