

06.10.2023

Група 35

Фізика і астрономія

Урок 16

Тема: Світлові кванти

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:

перетворень мікроскопічних частинок

Фотон є безмасовою частинкою, проте світло в цілому (як потік фотонів) має масу. Так, для системи двох фотонів, які мають однако-ву енергію ($E = h\nu$) і летять під кутом θ один до одного, маса системи визначається співвідношенням:

$$M = \frac{2E}{c^2} \sin \frac{\theta}{2}.$$

Цей результат може зда-тися дивним, адже маса кожного фотона дорівнює нулю, а $0 + 0 = 0$. Але річ у тім, що відпо-відно до законів теорії відносності маса не є адитивною величиною, тобто повна маса систе-ми тіл не дорівнює сумі мас тіл, що утворюють цю систему.

2 Знайомимось із властивостями фотонів

Щоб якось «примиритися» з класичними уявленнями про електромагнітну природу світла, М. Планк спочатку вирішив, що світло тільки випромінюється квантами, а поширюється й поглинається безперервно. Ситуація докорінно змінилася, коли *Альберт Ейнштейн* (1879–1955) розглянув властивості теплового випромінювання по-новому.

Використавши аналогію між відомими формулами для ідеального газу, Ейнштейн довів, що монохроматичне випромінювання малої густини поводитьсь так, ніби складається з N «незалежних один від одного квантів енергії», кожний з яких має енергію $h\nu$. Урешті-решт Ейнштейн дійшов висновку, що річ не просто у квантах енергії, а в реальних частинках, з яких складається будь-яке електромагнітне випромінювання. Згодом частинки світла (*кванти світла*) стали називати **фотонами**.

Згідно із сучасними уявленнями, **фотони мають такі властивості**.

1. *Заряд фотона дорівнює нулю: $q = 0$* — фотон є електрично нейтральною частинкою.

2. *Маса фотона дорівнює нулю: $m = 0$* — фотон є безмасовою частинкою.

3. *Швидкість руху фотона не залежить від вибору системи відліку, завжди дорівнює швидкості поширення світла у вакуумі ($v_{\text{ф}} = c = 3 \cdot 10^8$ м/с) і пов'язана з частотою і довжиною відповідної світлової хвилі формулою хвилі: $c = \lambda\nu$.*

Зверніть увагу! Не слід плутати швидкість поширення світлової хвилі в речовині зі швидкістю руху фотона. Фотони в речовині рухаються від атома до атома, поглинаються ними і знову випромінюються.

4. *Енергія фотона* прямо пропорційна частоті електромагнітного випромінювання, квантом якого і є цей фотон: $E = h\nu$. У разі поглинання світла речовиною фотон передає всю енергію частинкам речовини.

5. *Імпульс фотона* дорівнює відношенню його енергії до швидкості руху та обернено пропорційний довжині хвилі фотона:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}.$$

6. *Фотони випромінюються* в разі переходу частинок речовини зі збудженого стану в стан із меншою енергією, в разі прискореного руху заряджених частинок, розпаду деяких частинок, анігіляції.

Наведені властивості фотонів були встановлені не відразу. На початку ХХ ст. навіть ідея існування частинок світла зустрічала різке неприйняття. Адже інтерференція і дифракція світла показували, що світло — це хвилі. Через 50 років після появи гіпотези М. Планка, коли існування фотонів уже не викликало сумнівів, А. Ейнштейн писав: «...після 50 років роздумів я так і не зміг наблизитися до відповіді на питання, що ж таке світловий квант».

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

- 1) Які властивості фотонів суперечать вашим уявленням про навколишній світ? Опишіть свою думку та аргументуйте.

Зворотній зв'язок:

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