

реальності, але ні одна з теорій окремо не пояснює всіх світлових явищ, тоді як пояснюють їх лише сумісно» [1].

Таким чином, якщо розглядати світло як частинку, швидкість якої по відношенню до атома, що її випромінив, однакова і не залежить від напрямку його руху, то поворот інтерферометра не повинен призводити до зміни інтерференційної картини.

Дослід Майкельсона по виявленню ефірного вітру став рубежем на шляху розвитку фізичних уявлень про природу світла, оскільки він не міг бути пояснений з точки зору хвильової природи світла, а уявлення про корпускулярну природу ще не були розвинуті. Однак в принципі вже в той час на основі досліду Майкельсона можна було зробити висновок, що світло можна трактувати як потік світлових частинок, для яких ефір як середовище для коливань не потрібний.

## ЛІТЕРАТУРА

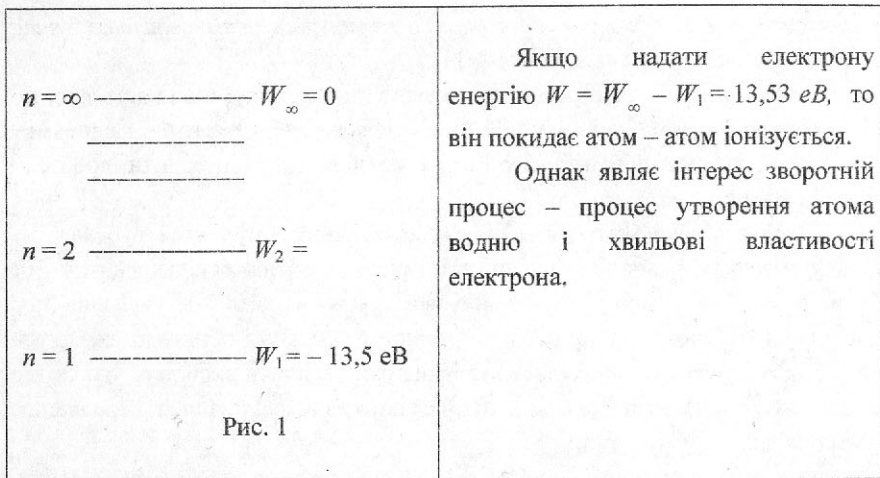
1. *Эйнштейн А. Эволюция физики / А. Эйнштейн, Л. Инфельд. – М. : Наука. 1965. – 326 с.*

## ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ АТОМА ВОДНЮ

**Ткаченко Б.О., Широков М.М., Сусь Б.А.**

*Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут,  
вул. Московська, 45/1, м. Київ, 01011  
e-mail: [bogdansus@gmail.com](mailto:bogdansus@gmail.com)*

Атоми складаються із ядер і електронів навколо них, які знаходяться на певних енергетичних рівнях. У найпростішому атомі гідрогену (водню) є один електрон із негативним зарядом, який згідно з теорією Бора рухається навколо позитивно зарядженого ядра (протона). Оскільки електрон притягується до ядра, то енергія взаємодії має від'ємне значення. У незбудженому стані електрон знаходиться на найнижчому енергетичному рівні ( $n = 1$ ,  $W_1 = -13,53 \text{ eV}$ ) на відстані  $r_1 = 0,526 \cdot 10^{-10} \text{ м}$  від ядра [1, с. 59]. У збудженому атомі електрон переходить на вищі енергетичні рівні ( $n = 2, 3, \dots, \infty$ ) і при  $n = \infty$  енергія  $W_\infty = 0$ , тобто електрон стає вільним (рис. 1).



Нехай електрон знаходиться на досить великій відстані від ядра (протона), так що його можна вважати вільним ( $W_{\infty} = 0$ ). З боку протона на електрон діє кулонівська сила, завдяки якій електрон рухається прискорено в напрямку протона. Однак цей рух відбувається тільки до точки  $R_1$  на відстані радіуса першої орбіти, а далі рух до ядра припиняється. Потенціал, який створюється протоном, залежить від відстані  $r$  від ядра:  $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ .

В точці  $R_1$ :

$$\varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_1} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,53 \cdot 10^{-10}} = 27,36 \text{ В}.$$

Робота поля по переміщенню електрона із точки  $r = \infty$ , де  $\varphi = 0$ , до точки  $R_1$ , де  $\varphi = \varphi_1$ :

$$W_H = e \cdot \Delta\varphi = e\varphi_1 = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 27,36 \text{ Дж} = 27,36 \text{ eV}.$$

За теорією Бора електрон на першій орбіті має швидкість  $v_1 = e^2 / 4\pi\epsilon_0 \hbar = 2,19 \cdot 10^6 \text{ м/с}$  і відповідну кінетичну енергію  $W_{K1} = mv_1^2 / 2 = 13,69 \text{ eV}$ . Як бачимо, затрачена робота поля протона по прискоренню електрона у два рази перевищує кінетичну енергію електрона на орбіті. Пояснити це можна тим, що електрон, прискорюючись у полі протона, доходить до відстані радіуса орбіти з енергією  $W_H = 27,36 \text{ eV}$ , але при цьому він випромінює фотон з енергією:  $h\nu = \Delta W = W_{\infty} - W_1 = 13,53 \text{ eV}$ . Однак у наведених оцінках не врахована ще одна суттєва обставина. Справа в тому, що при збільшенні енергії електрона,

який прискорюється, відповідно зростає його маса від початкової  $m_0$  до значення  $m_1$ :

$$m = m_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} = 9,11 \cdot 10^{-31} / \sqrt{1 - \frac{(2,193 \cdot 10^6)^2}{(3 \cdot 10^8)^2}} = \\ = 9,109776 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

Цей приріст динамічної маси дорівнює:

$$\Delta m = m_1 - m_0 = (9,109776 - 9,109534) \cdot 10^{-31} = 0,00024 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

Якщо цю зміну маси виразити через зміну енергії, то одержимо:

$$\Delta W = c^2 \Delta m = (3 \cdot 10^8)^2 \cdot 0,00024 \cdot 10^{-31} \text{ Дж} = 13,5 \text{ eВ.}$$

За теорією Бора на довжині відповідної орбіти електрона вкладається ціле число довжин хвиль, які випромінює атом водню. Тобто, рух електрона на орбіті являє собою хвильовий процес. Можна стверджувати, що саме зростання динамічної маси спричиняє хвильовий процес руху електрона на орбіті, коли зміна маси, обумовлює відповідні зміни енергії і навпаки:  $\Delta m \rightarrow \Delta W \rightarrow \Delta m \rightarrow \Delta W$  [2]

### ЛІТЕРАТУРА

1. Савельєв И.В. Курс общей физики, т. 3. / И.В. Савельев. – М.: Наука. 1979. – 304 с.
2. Сусь Б.А., Сусь Б.Б. Незвичне бачення традиційних проблемних питань фізики. Науково-метод. видання. – К.: ВЦ "Просвіта", 2010. – 132 с.

### ПАСИВНІ, АКТИВНІ ТА ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ

**Цимбаленко А.А., Гарсєва Ф.М.**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Україна, 03056, м.Київ, пр-т Перемоги 37,  
e-mail: [angelinatsymbalenko@ukr.net](mailto:angelinatsymbalenko@ukr.net)*

Сучасний розвиток економіки зумовлює потребу суспільства не тільки у висококваліфікованих фахівцях, компетентних у професії, а й компетентних в інноваційній діяльності, що володіють якісними знаннями, здатних самостійно вирішувати не тільки професійно-виробничі, а й наукові проблеми, готових до творчої інноваційної діяльності, до безперервного