

## ПРОБЛЕМИ ТИСКУ СВІТЛА НА РЕЧОВИНУ

Широков М. М., Сусь Б.А. (керівник)

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

Відомо, що світло має двоїсту природу – одночасно являє собою електромагнітні хвилі і потік частинок (фотонів). Як потік корпускул світло повинно чинити тиск на поверхню, на яку падає. За класичними уявленнями, коли поверхня відбиває світло, тиск повинен бути у два рази більший, ніж у випадку повного поглинання [ 1, 2]. Відомий дослід П.Н. Лебедева по вимірюванню тиску світла при його падінні на зачорнені і блискучі легкі крильчатки. При одночасному освітленні поверхонь крильчаток тиск на блискучу і чорну поверхню різний і відбувається їх поворот. Однак особливість досліду Лебедева в тому, що він проводився в умовах конвекції залишкового повітря в колбі, оскільки в той час неможливо було одержати високий вакуум [3]. Нині є можливість експериментального виявлення тиску світла в умовах високого вакууму і усунення конвективних впливів. Такі дослідження були проведені в Інституті фізики напівпровідників НАНУ.

На вістрі голки встановлювалось легке коромисло, на кінцях якого закріплювались кусочки тонкої блискучої фольги, зачорненої з одного боку (рис. 1).



Вітрячок поміщався у вакуумну установку і через віконце на на світлу або зачорнену поверхню направляли світло від лампи розжарювання або від лазера.

При атмосферному тиску освітлення зачорненої чи світлої поверхні крильчатки не призводило її до руху. Однак при тиску  $P \approx 10^{-3}$  мм. рт. ст. вітрячок починав рухатися, коли освітлювали зачорнену поверхню, а при тиску  $P \approx 10^{-5}$  мм. рт. ст. наставало інтенсивне обертання. Освітлення ж блискучої поверхні крильчатки вітрячка до руху не призводило. За класичними уявленнями при відбиванні світла від блискучої сторони, у відповідності із законом збереження кількості руху, удари фотонів повинні бути більшими, ніж удари по зачорненій стороні, коли є поглинання [1, 2]. Однак в експерименті виходить зовсім не так, бо інтенсивне обертання настає при освітленні зачорненої сторони крильчатки, тоді як при опроміненні відбиваючої обертання нема.

Для пояснення дії світла на тверде тіло треба враховувати, що механізм взаємодії з речовиною фотона **як частинки, що перебуває в коливальному стані**, дещо інший, ніж це відбувається при механічній взаємодії пружних і непружних тіл. Характеристикою частинки є маса і кількість руху («імпульс»). Але фотон – частинка не звичайна, а така, що рухається поступально і ще **перебуває в коливальному стані**. Тобто фотон є корпускулярним вираженням хвилі з коливаннями типу енергія-маса-енергія-маса...[4, с. 39]. Тому взаємодія фотона з речовиною не є звичайною механічною взаємодією двох тіл. При попаданні фотона видимого світла на **зачорнену** поверхню його енергія поглинається. Оскільки при цьому збудження атома і перевипромінення фотона не відбувається, то це значить, що кількість руху падаючого фотона повністю передається зачорненій крильчатці, яка й приходить у рух. Якщо ж фотон падає на блискучу сторону крильчатки, то при вдарянні, як традиційно вважається, повинно відбуватись його пружне відбивання і зміна напрямку імпульсу на протилежний, що повинно вдвічі збільшити поштовх світлої крильчатки [2, с. 169]. Подібне спостерігається при пружному ударі і відбиванні м'ячика. Насправді ж фотон спочатку поглинається і при цьому

збуджує атом. Це перший етап взаємодії. Важливо, що при цьому енергія фотона йде не на поштовх, тобто не на передачу кількості руху крильчатці, а на збудження атома. Можна допустити, що при вдарянні фотона, яке призводить до збудження атома, має місце дещо інший характер взаємодії. Тобто, фотон не передає імпульс тілу, а навпаки, при взаємодії з атомом бере імпульс на себе, а його енергія йде на збудження атома. А вже на наступному етапі відбувається перехід збудженого електрона на нижчий енергетичний рівень і випромінення фотона, який має кількість руху і чинить реактивний поштовх на крильчатку. Потім збуджений атом переходить у нормальний стан і випромінює фотон, який штовхає атом у протилежну сторону. В результаті відбувається компенсація імпульсів і крильчатка у рух не приходиться.

**Висновок.** Тиск світла на речовину не є аналогом механічної взаємодії пружних і непружних тіл. При поглинанні чорною поверхнею фотон повністю передає свою кількість руху тілу. При поглинанні блискучою поверхнею тиску нема, оскільки енергія фотона спочатку йде на збудження атома і при цьому фотон спричиняє імпульс атома на себе. Наступне перевипроміненням фотона (відбивання світла), навпаки, дає поштовх назад. В результаті при освітленні блискучої поверхні тиск світла не проявляється.

### Література

1. Бутиков Е.И. Оптика./Е.И. Бутиков. – М.: Высшая школа. 1986. – С. 169.
2. Алешкевич В.А. Курс общей физики. Оптика / В.А. Алешкевич – М. ФИЗМАТЛИТ. 2010. – С. 22.
3. Lebedev P. «Untersuchungen über die Druckkräfte des Lichtes», Annalen der Physik, 1901.
4. Sus' V.A. Unusual interpretation of traditional physics problems. The third scientific-methodological edition / V.A. Sus', V.B. Sus', O.B. Kravchenko. – Kyiv: PC “Prosvita”, 2012. – 121 pages.