

ДО ІСТОРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ КОНСТАНТ

Мовша М.В, Матвійчук О.В

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37,
e-mail: m98makss@gmail.com*

При сучасному вивченні фізики регулярно зустрічаються різні константи, визначені з високою точністю та представлені як науковий факт. При цьому часто опускається історія їх відкриття та експерименти, що дозволили визначити ці сталі. При опануванні теоретичного фізичного матеріалу дуже важливо акцентувати увагу на особливостях експериментального встановлення фізичних констант, оскільки це дозволяє продемонструвати студентам технічних університетів, як реалізовувався науково-технічний пошуку від ідеї до результату.

Однією з важливих констант в фізиці є швидкості світла. Довгий час вона вважалася нескінченно великою, але в епоху Відродження це твердження стало об'єктом дискусій. Вперше оцінив швидкість світла Християн Гюйгенс у 1678 році, ґрунтуючись на даних астронома Оле Ромера, який спостерігав затемнення Юпітером супутника Іо. Х. Гюйгенс отримав значення 230000 км/с [1], і хоч ця величина є досить неточною, вона має порядок сучасного точного значення і, що найважливіше, це порушило статус-кво у питанні скінченності швидкості світла.

У 1728 році Джеймс Бредлі, використовуючи явище аберації світла, отримав значення 308 000 км/с.

У 1849 році А. Фізо вперше поставив дослід, що ґрунтувався на точно вимірній відстані проходження світла. Використовуючи «метод переривань» власної розробки, він отримав значення 313 300 км/с.

Інший спосіб – «метод обертання дзеркала» запропонував Ф. Араго і втілював у життя Леон Фуко у 1862 році. Було отримано значення 298 000 км/с.

Із подальшим удосконаленням методики експерименту та обладнання, зростала точність, у 1972 році було одержано значення 299 792 456.2(1.1) м/с з рекордною точністю. Величина похибки становила 1.2 м/с, а подальше уточнення величини виявилось неможливим через похибку у встановленні довжини еталонного метру [2]. Через це у 1983 році 17-та Генеральна конференція мір та ваг перевизначило метр як відстань, що проходить світло у вакуумі за проміжок часу в $1/299\,792\,458$ секунди [3]. Це означало, що тепер швидкість світла відома абсолютно точно. З цим пов'язано

використання інтерферометрів, як найточніших із існуючих приладів вимірювання довжини.

В молекулярній фізиці та квантовій фізиці використовують сталі Больцмана і Планка. З історичної точки зору цікаво розглядати ці дві константи, адже обидві було вперше введено Максом Планком у 1901 році в його роботі з виведення закону випромінювання чорного тіла. Ним були представлені числові значення: $1,346 \cdot 10^{-23}$ Дж/К (для сталої Больцмана) та $6,55 \cdot 10^{-34}$ Дж·с (стала Планка) [4]. Такі точні значення зумовлені наявністю значної кількості експериментальних даних, накопичених науковою спільнотою при дослідженні проблеми випромінювання чорного тіла, якими керувався Планк. Подальші досліді лише збільшували точність значень цих констант. Так у 2017 році, як результат багаторічних зусиль декількох лабораторій, було встановлено сталу Больцмана за допомогою акустичної термометрії гелію-4. Значення склало $1,38064878(83) \cdot 10^{-23}$ Дж/К [5]. В свою чергу стала Планка отримала своє найточніше експериментальне значення у 2011 році – $6,62607014(20) \cdot 10^{-34}$ Дж·с [6].

Фінал пошуків точних значень цих сталих є подібним до швидкості світла. У 2018 році XXVI Генеральною конференцією з мір і ваг було прийнято рішення про перевизначення базових одиниць СІ. Зміни набули чинності у 2019 році, з чим були встановлені точні значення фізичних сталих, зокрема сталої Больцмана, сталої Планка [7]. Цього було досягнуто завдяки перевизначенню кілограму, кельвіну, моля та амперу.

Таким чином, можна простежити розвиток фізики з точки зору визначення деяких сталих. Якщо раніше переважна кількість одиниць СІ задавалися еталонами Міжнародного бюро мір та ваг, які були не тільки неточними, а й дещо надуманими (Чому 1кг має визначатись вагою деякого конкретного бруску металу?). То тепер усі основні фізичні величини СІ зв'язані з фундаментальними фізичними константами. Цей важливий крок сучасної науки відображає прагнення до абсолютної обґрунтованості, він став можливий лише на початку XXI століття, завдяки більш ніж століттю плідної праці тисяч фізиків.

ЛІТЕРАТУРА

1. L. Bobis, J. Lequeux, «CASSINI, RØMER AND THE VELOCITY OF LIGHT». *Journal of Astronomical History and Heritage*. 11(2), pp. 97-105. 2008.
2. K. M. Evenson, J. S. Wells, F. R. Petersen, B. L. Danielson, and G. W. Day, «Speed of Light from Direct Frequency and Wavelength Measurements of the Methane-Stabilized Laser», *Phys. Rev. Lett.* 29, 1346, 6 Nov. 1972. DOI: 10.1103/PhysRevLett.29.1346.

3. Bureau International des Poids et Mesures, CGPM, 17th meeting (17-21 Oct. 1983). «Resolution 1 of the 17th CGPM». Режим доступу: <https://www.bipm.org/en/CGPM/db/17/1/>
4. Max Plank, «On the Law of Distribution of Energy in the Normal Spectrum», *Annalen der Physik*. vol. 4, p. 553, 1901.
5. L. Pitre «New measurement of the Boltzmann constant k by acoustic thermometry of helium-4 gas», *Metrologia*, vol. 54, no. 6, p. 856-873, 11 Oct. 2017. DOI: 10.1088/1681-7575/aa7bf5.
6. R. Steiner, «History and progress on accurate measurements of the Planck constant», *Rep. Prog. Phys.*, vol. 76, no. 1, 016101, Jan. 2013, DOI: 10.1088/0034-4885/76/1/016101.
7. Bureau International des Poids et Mesure, The International System of Units (SI) 9th edition, 2019. Режим доступу: <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>

З ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА РІЧЦІ ДЕСНА

Самар А.М., Цюпа А.М., Лук'яненко Е.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37,

e-mail: andriy.samar@hotmail.com

Як відомо, Десну в недалекому минулому називали колискою українського судноплавства через те, що вже у 1848 році по ній ходили пароплави Мальцева, а після створення у 1928 році на Київському заводі “Ленінська Кузня” (сучасна назва “Кузня на Рибальському”) судно – механічного конструкторського бюро, що займалось розробкою проектів річкових суден, та будівництва корабельні, інтенсивність робіт з виготовлення таких суден значно зросла. Слід відзначити, що значну увагу на заводі було приділено будівництву суден, призначених для роботи на мілководних річкових плесах з обмеженими габаритами суднового ходу, що є характерним для річки Десна [1].

Першими суднами, збудованими на “Ленінській Кузні” для малих річок України, можна вважати буксирні пароплави проекту СБ – 20, призначені для роботи з тентовими баржами вантажопідйомністю 250 т, які будувались на цьому заводі у 1929 – 1931 роках. Основні характеристики суден вказаного проекту подані у табл. 1.