

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ПРИНЦИПУ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛОТИ

Євгеній Бахмач, Микола Садовий

У статті розкрито етапи формування поняття принципу збереження теплоти.

The stages of forming of conception of principle of maintainance of warmth are exposed in the article.

У середніх навчальних закладах історичний матеріал у процесі навчання фізики використовується ще далеко не завжди, хоча й історичний його виклад сприяє підвищення ефективності навчання. Таким навчальним матеріалом досить ефективно можна відображати фундаментальні фізичні поняття. Ми пропонуємо розглянути один з таких – історію розвитку принципу збереження теплоти.

Б. Томпсон (1753–1814) – граф Веньямин Томпсон Румфорд (1790) відомий учням та студентам як фізик, хоч це не так. Він закінчив Кембріджський коледж, воював на стороні англійців, служив у Баварському курфюрсті, сприяв організації військ, запровадив школи для солдатських сімей, ввів у Баварії культуру картоплі.

Так ось Б. Томпсон, військовий інженер, у 1788 році виявив, що при пострілах з гармат холостими снарядами ствол нагрівається менше ніж при пострілах штатними снарядами. Таке не пояснювала теорія теплороду, яка домінувала на той час. Через десять років Румфорд помітив, що при свердлінні стволів гармат виділяється значна кількість теплоти, яку набула мідна гармати за короткий проміжок часу. Виникло запитання: звідки береться теплота у процесі свердління. Було намагання пояснити таке

наступним. Теплота надається механічними стружками, які відділяються від маси металу при свердлінні. Теплоємність стружок у цьому випадку повинна бути значно меншою, щоб за рахунок такого була можливість виділитись теплоті. Румфорд взяв рівні за вагою кількості стружок і тонких металевих смужок від болванки для свердління і поклав їх при однаковій температурі в посудину з холодною водою. Вода, в яку поклали стружки нагрілась до такої ж температури як і та, де були смужки металу.

Виникла ідея поставити інший дослід. У посудину з 7,7 кг води при температурі 60 F занурити циліндр і опустили термометр. Кінь обертав циліндр. Через годину температура води піднялась до 107 F, а через півтори години – до 142 F, ще через годину вода закипіла.

Важливо повідомити учнів про те, що потім була проведена серія дослідів з тупим свердлом. У канал циліндричної болванки для ствола довжиною 18,3 см і діаметром 8,4 см вставили тупе свердло і обертали зі швидкістю 32 оберти на хвилину. Через 960 обертів термометр показав підвищення температури з 60 до 130 F. Відпала ідея, що теплоту передають металеві стружки. Виникла друга: можливо теплота передається через повітря, що вступає в контакт при свердлінні всередині ствола. Для перевірки Румфорд помістив всю установку в посудину з водою. Доступ повітря був відсутнім. Зі своїх дослідів він зробив висновок: «Обдумуючи результати всіх цих дослідів, ми природно приходимо до важливого питання – предмету досить частих роздумів учених, – якраз, що таке теплота? Чи існує вогняна рідина? Чи існує речовина, яку можна було б назвати теплородом? Ми бачили, що дуже велика кількість теплоти може бути утворена тертям двох металевих поверхонь. Роздумуючи про цей предмет, не повинні забувати тієї помітної обставини, що джерело теплоти, яка виділяється при терті в цих дослідах, очевидно є невичерпним. Необхідно також додати, що не можна приймати за матеріальну речовину те, що може постійно і нескінчено вироблятися одним тілом або навіть цілою системою їх, і мені здається дуже важким, якщо неможливим, ясно собі уявити те, що збуджувалось і надавалось у цих дослідах, якщо це не було рухом» [1].

Наступною проблемою, яку розв'язував В.Румфорд, було вивчення залежності теплопровідності від густини речовини. Вчений вважав, що частинки рідини сприймають тепло від одного тіла і передають іншому. Між частинками рідини передача теплоти відсутня. У циліндричну посудину поміщався загострений льодяний кружок. Зверху наливали оливкове масло. Потім у посудину вводився сильно нагрітий циліндр і наближали до вістря. Ознак розтавання льоду В.Румфорд не помітив і зробив висновок, що рідина не проводить теплоти. З ним не погодились А. Делюк, Е. Нікольс, Р. Муррей, К. Соке [2].

Наступна проблема виникла після дослідів В. Гершеля з виявлення максимуму температури в спектрі сонячного світла в інфрачервоній частині. Вчений вважав, що відкрив темні промені випромінювання. Д. Леслі його не підтримав в цьому. В. Румфорд виготовив добре відшліфовані циліндри. Зверху одні з них покрив сажою, а інші – сріблом. Циліндри заповнювались водою, зміну температури визначав термоскопом. Він встановив, що якщо поверхня краще відбиває теплові промені, то вона гірше випромінює теплоту.

Проблему виділення теплоти при терті досліджував Г.Деві (1778-1829). Зокрема, при терті двох шматків льоду він доводив їх до плавлення. Щоб відвести всі заперечення прихильників теплороду про притік теплоти ззовні, вчений помістив установку під повітряний ковпак, тертя здійснювалось між двома кусками металу, оточених льодом. Спочатку Г.Деві зробив висновок, що тертя не зменшує теплоємність,

а через декілька років писав: «Теплота, або та сила, яка перешкоджає дотику частинок тіла і слугує джерелом наших відчуттів тепла і холоду, може бути названа особливим родом руху. Вона, напевне, полягає в вібрації частинок, що намагаються відштовхнути їх один від другого. Рух цей потрібно назвати відштовхуючим» [3]. У 1812 році Г.Деві доводив, що безпосередньою причиною явищ теплоти є рух, тобто відстоював кінетичну теорію теплоти. Закони передачі теплоти тотожні законам передачі механічного руху.

М.Фарадей певний час працював під керівництвом Г.Деві і найближче підійшов до формулювання закону збереження та перетворення енергії. Дослідник розумів, що розрізнені розділи з електрики, електростатики, термоелектрики, магнетизму можуть бути об'єднані навколо якоїсь певної ідеї, закону. Твердження, що сила не може виникнути із нічого привело його до відкриття закону електромагнітної індукції. Намагання М.Фарадея установити співвідношення між різними видами електрики привело до відкриття у 1834 році законів електролізу. В цьому випадку він знову опирався на те, що сила не може створюватись із нічого: «Але в жодному випадку навіть з електричним скатом (1790) немає чистого створення сили; немає виробництва сили без відповідного використання чогось, що його живить» [4].

Ідея збереження все більше ставала на порядок денний науки фізики. У 1837 році Ф.Мор (1806-1879) висловив ідею про збереження енергії [5] та механічний еквівалент теплоти. В своїх роботах він писав: «Якщо нагріти воду на 1°C , то згідно дослідних даних, вона розшириться на 0,00466 свого об'єму. Якщо на воду тиснути навантаженням в одну атмосферу, то об'єм води зменшиться на $48/1000000$ її об'єму, якщо ж знову викликати збільшення води на 48 мільйонних частинки, то, згідно приведенного коефіцієнта об'ємного розширення води, достатньо $1/97$ ($0,000048:0,00466 = 1/97^{\circ}\text{C}$). Якщо ж нагріти воду на $1/97^{\circ}\text{C}$ і стиснути силою в одну атмосферу, то обидві дії урівноважаться. Таки чином, при нагріванні води на $1/97^{\circ}\text{C}$ здійснюється сила, яка, перетворена в абсолютну міру, рівна тиску в одну атмосферу» [5]. Значення механічного еквівалента теплоти вчений не визначив, що привело до дискусії про роль Ф.Мора у відкритті закону збереження і перетворення енергії. Найбільш активними в цій дискусії були Н.Г.Тет, Р.Рюльман, Ф.Розенбергер, М.Льоцці [6; 7].

Розвиток термодинаміки здійснювався не від принципу збереження, а від принципу Карно, який Клаузіс увів у теорію теплоти на основі механічних уявлень про неї.

Термодинаміка не має однозначного чіткого визначення. О.Д.Хвольсон писав, що термодинаміка є наука про енергію та її властивості, а тому вважає, що вона має відношення до всіх розділів фізики, хімії, молекулярних явищ, до матерії і носіїв променевої енергії у всьому Всесвіті [1].

В енциклопедії термодинаміка визначається як наука про закономірності теплового руху і вплив теплового руху на властивості фізичних тіл [2]. За М.Планком «... в новітній час теорія теплоти зобов'язана зовсім не головним чином принципу енергії, хоч перший поштовх до перетворення і виходив від нього; дійсно в якійсь мірі і, можливо, ще в більшій вона зобов'язана застосуванню повністю незалежного від нього принципу Карно, який Клаузіс ввів в теорію теплоти» [3].

А.Зомерфельд ввів поняття енергії аксіоматично: кожна термодинамічна система має характеристичну функцію стану – енергію. Ця функція зростає на величину наданої системі кількості теплоти Q і зменшується на величину зовнішньої роботи A , здійсненої системою. Якщо до визначеного додати замкнутість системи, а відповідно і принцип збереження енергії, то має місце перше начало термодинаміки.

Ґрунтовний аналіз визначення першого начала термодинаміки дав К.А.Путілов у вигляді шести його формулювань [4, с. 40]. Після Р.Майєра та Ф.Енгельса К.А.Путілов узагальнив і дав свою класифікацію видів енергії [4, с. 54-55].

Відтак, узагальнюючи низку історичних фактів і простеживши навіть незначний етап розвитку теорії про теплоту і теплові явища, у курсі фізики є можливість показати учням основні і найважливіші моменти, що сприяли фундаментальному розвитку наукових досліджень в галузі фізики.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Хвольсон О.Д. Курс фізики, т. 3. – Берлін, 1923. – С. 359.
2. БСЭ, 2-е изд., т. 25. – М.: Советская энциклопедия, 1976. – С. 315-316.
3. Планк М. Принцип сохранения энергии. – М-Л.: АН СРСР, 1938. – С. 183.
4. Путілов К.А. Термодинаміка. – М.: Наука, 1971. – С. 40-55.
5. Тиндаль Д. Теплота, рассматриваемая как род движения. СПб, 1864. – С. 40.
6. Франкфурт У.И. Закон сохранения и превращения энергии. – М.: Наука, 1978. – 192 с.
7. Тет Н.Г. Обзор некоторых из новейших успехов физических знаний. СПб., 1877. – С. 41-42.
8. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству, т. II. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – С.150.
9. История и методология естественных наук, вып. XVIII. Химия. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – С. 117-150.
10. Розенберг Ф. История физики, ч. III, вып. 2. – М-Л.: 1936. – С. 59-60.
11. Льюис М. История физики. – М.: Мир, 1970. – С. 242.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Бахмач Євгеній Степанович – голова наглядової ради закритого акціонерного товариства «Радій», голова правління ЗАТ «Кіровоградграніт».

Садовий Микола Ілліч – доктор педагогічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: проблеми дидактики фізики.