

5. Жозеф Гей-Люссак. Відкриття законів Гей-Люссака та Шарля, узагальнення їх Клайпероном, а потім Менделєєвим.

Жозеф Луї Гей-Люссак (06.12.1778 - 09.05.1850) - французький хімік і фізик, член Паризької академії наук (з 1806 р.), з 1809 р. - професор хімії Політехнічної школи і професор фізики в Сорбонні, президент Паризької академії наук в 1822 і 1834 р., з 1832 р. - професор хімії Паризького ботанічного саду. У 1839 р. отримав титул пера Франції.

Народився в Сен-Леонар-де-Нобла Наукові роботи Гей-Люссака відносяться до різних областей фізики і хімії. В області фізики на початку ХІХ ст. відкрив закони, що описують деякі властивості газів. У 1802 р. незалежно від Дж. Дальтона їм був відкритий закон теплового розширення газів, пізніше названий його ім'ям. У 1804р. Гей-Люссак з науковими цілями (вимірювання температури і вологості повітря) здійснив два польоти на повітряній кулі. Під час другого польоту він виявив, що на висоті близько 7 км інтенсивність земного магнетизму практично не змінюється, а повітря має той же склад, що і у поверхні Землі. Великі дослідження Гей-Люссака в області хімії. У 1805 він встановив склад води, показавши, що співвідношення водню і кисню в її молекулі дорівнює 2:1 (спільно з А. Гумбольдтом). У 1808 р. був відкритий закон об'ємних відносин, згідно з яким обсяги газів, що вступають в реакцію, відносяться один до одного і до об'ємів газоподібних продуктів реакції як прості числа. Багато досліджень Гей-Люссака в області хімії мали важливе прикладне значення.

У своєму експерименті Д. Дальтон використовував кілька газів - кисень, азот, водень і вуглекислий газ. Гази перебували в запаяних трубках. На трубки були нанесені поділки. Вихідний отвір в кожній трубці було перекрито ртутної краплею. Гази нагрівалися водою, яка пропускала між трубками, поміщеними в спеціальну «сорочку». Вивчаючи розширення газів в залежності від температури, Дальтон виявив, що обсяг газів з ростом температури збільшується. При цьому всі гази поведилися в цьому досвіді однаково. За отриманими даними в дуже обережній формі Дальтон формулює висновок:

«Загалом, я не бачу достатньої причини, що заважає нам зробити висновок, що всі «пружні» газу при одному і тому ж самому тиску однаково розширюються при нагріванні».

Аналогічний висновок про тепловому розширенні газів за результатами власних досліджень отримав Ж. Л. Гей-Люссак. Його висновок мав більш обґрунтовану доповідь і тому був більш визначеним. Можливо, тому закон про теплове розширення газів носить ім'я саме цього вченого.

Історія свідчить, що відкритий Люссаком закон був опублікований в 1802 р. При цьому вчений наполіг на тому, щоб закон був імені Жака Шарля, який відкрив цей закон п'ятнадцятьма роками раніше (в 1787 р). Як відомо, французький фізик Жак Шарль прославився свого часу тим, що першим в 1783 р. поблизу Парижа підняв в повітря повітряну кулю, наповнена воднем - новим газом, відкритим англійським фізиком Генрі Кавендіш. При цьому

роботи Ж. Шарля в області дослідження газових законів не були відомі, тому що не публікувалися. Ж. Шарль, як і Дальтон, не тільки встановив залежність обсягу газу від його температури, але і виявив, що різні гази (кисень, азот, вуглекислий газ і повітря) розширюються однаково в інтервалі температур між 0° і 100°C .

Пристрій, яким користувався Гей-Люссак для виявлення особливостей теплового розширення газів. Попередньо осушений газ поміщався в балончик. Балон з газом був занурений в посудину з водою, температура якої змінювалася за допомогою нагрівача. Температура газу вимірювалася двома термометрами. У трубці, що веде до балончика з газом, містилася крапля ртуті, яка як пробка замикала в балоні деяку постійну масу газу. При розширенні газу крапля зміщувалася вправо. Слід звернути увагу на те, що трубка для розширення газу в приладі Гей-Люссака була розташована горизонтально. Це було зроблено для виключення зміни гідростатичного тиску, яке неодмінно було б можливим за умови, якби газ розширювався в вертикально розташованій трубці.

Порядок проведення досліду був порівняно простим. Змінюючи температуру газу від точки замерзання води до точки її кипіння, Гей-Люссак послідовно визначав зміну обсягу газу, що знаходиться в балоні. Досліди проводилися при постійному атмосферному тиску.

Під час експерименту враховувалося, що при нагріванні розширюється не тільки газ, а й трубка, по якій переміщувалася крапля ртуті. З цією метою Гей-Люссак вводив спеціальної поправку.

Учений не обмежився дослідженням тільки одного газу. Ним ставилося завдання з'ясувати особливості розширення різних газів. Спочатку досліджувався поведінку повітря і парів ефіру. В посудину що нагрівається з цією метою були вставлені дві однакові трубки. Гей-Люссак, порівнюючи процеси розширення парів ефіру і повітря, не виявив в них суттєвої різниці. Крім ефіру в досліді використовувалися оксид азоту, водень, ціан і деякі інші гази.

Гей-Люссак досліджував особливості розширення декількох газів. Він переконався, що гази в усіх дослідах вели себе практично однаково. У кожному з випадків він знаходив значення коефіцієнта теплового розширення газу – $\alpha(V) [(^{\circ}\text{C})^{-1}]$. ($\alpha(V) = (V - V_0) / (V_0 \cdot t)$)

Було знайдено середнє значення коефіцієнта теплового розширення газів. Воно виявилось таке: $0,003744 (^{\circ}\text{C})^{-1}$. Похибка даних була невеликою і становила близько 4%.

Вже по завершенню дослідів з повітрям і парами ефіру Гей-Люссак сформулював наступні висновки:

- 1) Всі гази і пари при одному і тому ж самому підвищенні температури розширюються однаково;
- 2) Для постійних газів збільшення об'єму кожного з них в межах від температури танення льоду до температури кипіння води рівно $100/26666$ від початкового об'єму.

Концентрація молекул газу дорівнює відношенню кількості молекул газу до його об'єму: $n = N/V$

А тобто, якщо число молекул постійне, то відношення перемноженого тиску і об'єму до температури для ідеального газу буде постійним: $p \cdot V/T = \text{const}$

Дане співвідношення називається рівнянням Клапейрона (1834р.)

Кількість молекул газу в рівнянні Клапейрона можна отримати, знаючи кількість речовини (кожен моль речовини містить однакове число молекул, рівному числу Авогадро $N(A) = 6 \times 10^{23}$). Воно дорівнює відношенню маси газу m до його молярної маси M . Помноживши це значення на число Авогадро, можна отримати кількість молекул газу. А поділивши на об'єм - концентрацію. отже: $n = (m/M) \cdot (1/V) \cdot N(A)$

Підставимо знайдене значення концентрації в формулу тиску, і отримаємо:

$$p = n \cdot k \cdot T = (m/M) \cdot (T/V) \cdot k \cdot N(A)$$

Множення постійної Больцмана k і числа Авогадро $N(A)$ називається універсальною газовою сталою, яка дорівнює $R = 8.31$ і має одиницю вимірювання Дж / (моль * К). Підставивши цю постійну в рівняння, остаточно маємо: $p \cdot V = (m/M) \cdot R \cdot T$

Отримане співвідношення пов'язує макроскопічні газові параметри (об'єм, тиск, температуру) з фізичними параметрами речовини (із загальною і молярною масою). Воно було отримано Д.Менделєєвим, і називається рівнянням Менделєєва-Клапейрона.