

*Д. В. Симагина, Я. Н. Юркишович**
**ОСНОВЫ КАЛОРИМЕТРИИ СГОРАНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ
СТАНДАРТНОЙ ЭНТАЛЬПИИ ОБРАЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕ-
СТВА (МЕНТОЛА)**

*Научный руководитель д-р хим. наук, проф. А. В. Блохин
Кафедра общей химии,
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск
Белорусский государственный университет, г. Минск*

D. V. Simagina, Y. N. Yurkshtovich
**BASES OF COMBUSTION CALORIMETRY. DEFINITION OF STANDART
ENTHALPY FORMATION OF ORGANIC SUBSTANCE (MENTHOL)**

*Tutor professor A. V. Blokhin
Department of General Chemistry,
Belarusian State Medical University, Minsk
Belarusian State University, Minsk

Резюме. Данная работа посвящена термодинамическим аспектам физической химии. Для достижения поставленных целей были изучены основы калориметрии сгорания, принцип работы и устройство бомбового калориметра, проведен опыт по определению энергии сгорания кристаллического ментола, а также рассчитаны его стандартные энтальпии сгорания и образования.

Ключевые слова: энтальпия, ментол, калориметрия, энергия.

Resume. This work is devoted to the thermodynamic aspects of physical chemistry. To achieve the stated goals, we studied the basics of combustion calorimetry, the principle of operation and the device of a bomb calorimeter, conducted an experiment to determine the combustion energy of crystalline menthol, and calculated its standard enthalpy of combustion and formation.

Keywords: enthalpy, menthol, calorimetry, energy.

Актуальность. Калориметрия является распространенным и эффективным методом измерения количества теплоты, которое выделяется или поглощается при протекании различных физических или химических процессов. Не всегда есть возможность определить стандартную энтальпию образования вещества путем непосредственного измерения этой величины, так как реакция может не протекать или иметь малую скорость. В то же время теплоту сгорания, особенно органического соединения, сравнительно легко измерить. В настоящее время калориметрия сгорания является актуальным методом, используемым для определения стандартной энтальпии образования вещества.

Цель: ознакомиться с основами калориметрии сгорания; определить стандартные энтальпии сгорания и образования органического вещества (ментола).

Задачи:

1. Изучить основы калориметрии сгорания, принцип работы и устройство бомбового калориметра.
2. Провести калориметрический опыт по определению энергии сгорания кристаллического ментола.
3. Рассчитать его стандартные энтальпии сгорания и образования.

Материалы и методы. Используемый в данной работе метод калориметрического определения количества теплоты заключается в непосредственном измерении изменения температуры калориметрического сосуда, обусловленного поглощением теплоты, которая выделяется в процессе окисления органического образца кислородом [1]. Для осуществления калориметрического эксперимента использовались: программа SVt.exe, позволяющая проводить расчет с учетом поправок Уошборна; автоматизированный калориметр сгорания В-08-МА («Эталон», г. Алма-ата) (рисунок 1);

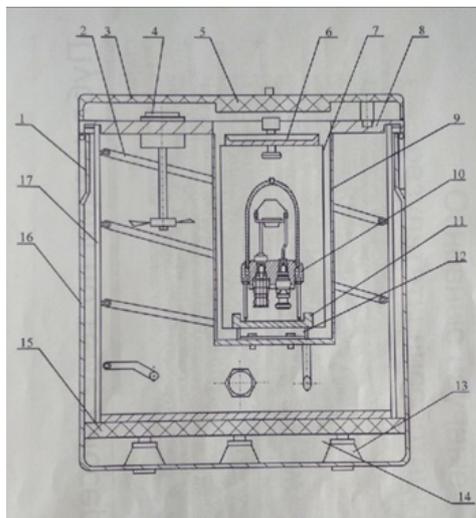


Рис. 1 – Калориметр В-08-М стационарная бомба с рабочим объемом – 320 мл; калориметрический сосуд объемом 3 л (рисунок 2);

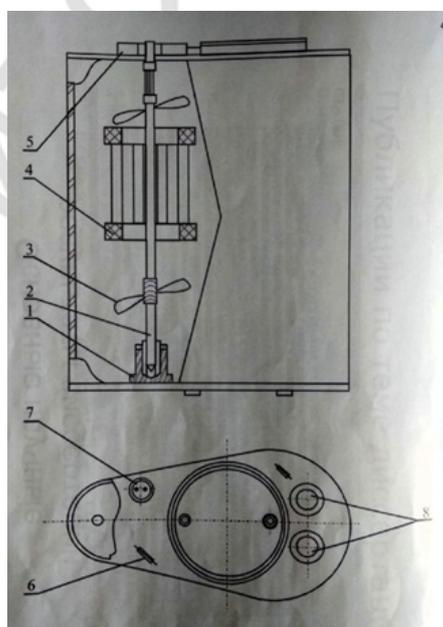


Рис. 2 – Калориметрический сосуд

весы электронные; набор разновесов; мультиметр; платиновый тигель; стальной пресс и пресс-форма; шпатель; пинцет; пипетка на 1 мл; резиновая груша; плоскодонные колбы (2 шт); гаечные ключи и отвертка; органическое вещество (ментол); раствор NaOH (0.1 М); платиновая проволока ($d = 0.5$ мм); технический кислород;

дистиллированная вода.

Результаты и их обсуждение. Температура калориметрического вещества в результате теплообмена между ним и исследуемым образцом изменяется от T_0 до T_k . Регистрация разности температур позволяет определить количество теплоты $Q=W \times \Delta t$, при этом должен быть известен энергетический эквивалент калориметра W .

Δt - изменение температуры калориметрической системы. Истинное значение нельзя измерить непосредственно, чтобы получить истинное изменение температуры, необходимо добавить поправку на теплообмен:

$$\Delta t = \Delta t' - \delta$$

δ - поправка на теплообмен

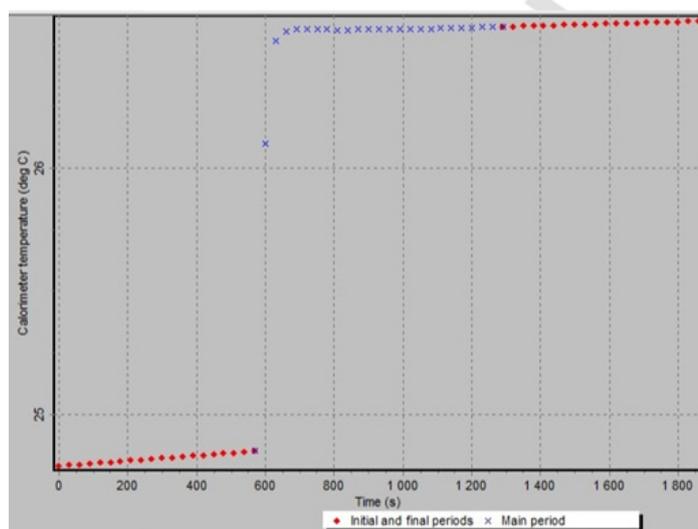
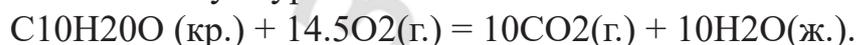


Рис. 3 – Кривая изменения температуры

Энергия сгорания кристаллического ментола при 298 К, определенная в серии из 6 опытов, равна

$$\Delta_c U_0 = - (6304.4 \pm 1.3) \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$$

и соответствует уравнению:



Стандартная энтальпия сгорания получена по уравнению

$$\Delta_c H_0 = \Delta_c U_0 + \Delta nRT = - (6315.6 \pm 1.3) \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1},$$

где $\Delta n = - 4.5$ – изменение числа моль газов в реакции сгорания.

Стандартная энтальпия образования кристаллического ментола

$$\Delta_f H_0 \text{ (кр.)} = - (477.9 \pm 1.9) \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$$

рассчитана по уравнению

$$\Delta_f H_0 \text{ (кр.)} = 10 \cdot \Delta_f H_0 \text{ (CO}_2 \text{ (г.))} + 10 \cdot \Delta_f H_0 \text{ (H}_2\text{O (ж.))} - \Delta_c H_0.$$

$$\Delta_f H_0 \text{ (CO}_2 \text{ (г.))} = - (393.514 \pm 0.130) \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$$

$$\Delta_f H_0 \text{ (H}_2\text{O (ж.))} = - (285.830 \pm 0.042) \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$$

С учетом энтальпии сублимации ($\Delta_{\text{sub}} H = 95.80 \pm 4.80 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$) стандартная энтальпия образования газообразного ментола равна $\Delta_f H_0 \text{ (газ.)} = \Delta_f H_0 \text{ (кр.)} + \Delta_{\text{sub}} H = - (382.1 \pm 5.2) \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ и хорошо согласуется с оценочной величиной, полученной по методу Джобака [2].

Выводы:

1. В ходе работы изучены основы калориметрии сгорания, принцип работы и устройство бомбового калориметра.
2. Проведен калориметрический опыт по определению энергии сгорания кристаллического ментола.
3. Рассчитаны стандартные энтальпии сгорания и образования ментола.

Литература

Калориметрия. Теория и практика: Пер. с англ. / В. Хеммингер, Г. Хёне. – М.: Химия, 1990. – Пер. изд.: ФРГ, 1984. – с. 176.

Chemeo High Quality Chemical Properties [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.chemeo.com/cid/12-361-7/Levomenthol> (дата обращения: 17.02.19).