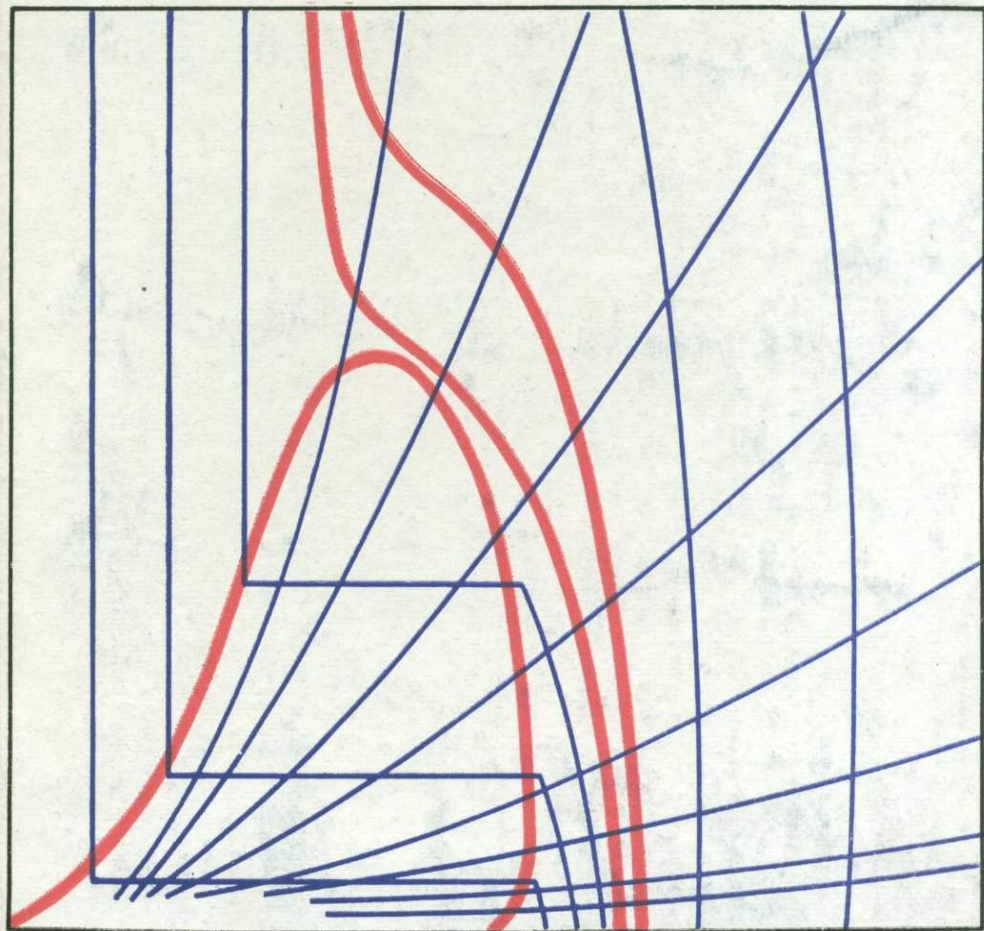


А. Г. БУЛАХ, К. Г. БУЛАХ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ
И КОМПОНЕНТОВ
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ
РАСТВОРОВ



2607

А. Г. БУЛАХ, К. Г. БУЛАХ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ
И КОМПОНЕНТОВ
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ
РАСТВОРОВ



ЛЕНИНГРАД
«Н Е Д Р А»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1978



Булах А. Г., Булах К. Г. Физико-химические свойства минералов и компонентов гидротермальных растворов. Л., «Недра», 1978. 167 с.

В книге приводятся современные сведения по термодинамическим свойствам и мольным объемам минералов, по удельным объемам, энтальпиям, изобарно-изохорным потенциалам, теплопроводности, вязкости воды, углекислого газа, метана, по термодинамическим свойствам веществ в водных растворах. Они даются как для стандартных условий, так и в виде значений, табулированных в широком геологически значимом интервале температур и давлений — до 1000°C и $10\,000\text{ МПа}$ ($100\,000\text{ бар}$). Все сведения даны в виде таблиц и диаграмм, удобных для их практического использования, и приводятся в двух системах единиц: предпочтительной в СССР системе СИ и в пока еще не отошедшей практической системе, что облегчает использование книги при различных целевых назначениях расчетов.

Книга может служить справочным руководством для специалистов по месторождениям полезных ископаемых, для петрографов, минералогов, геохимиков. Она может быть рекомендована также студентам и аспирантам этих специальностей.

Табл. 30, ил. 7, список лит. 72 назв.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящей работе приведены современные данные о термодинамических, теплофизических и других физико-химических свойствах 374 минералов*, ионов и главных компонентов — растворителей гидротермальных и флюидных систем минералообразования: воды, углекислого газа, метана. Эти сведения даются для широкого, геологически значимого интервала температур и давлений и приводятся в виде графиков и таблиц в диапазонах давлений 0,1—10 000 МПа и температур 25—1000° С с переменным шагом по давлениям, допускающим практически точную линейную интерполяцию. Все значения даются одновременно в единицах измерения двух систем: международной (СИ) и практической, используемой в СССР. Расчетные уравнения и формулы, индексация физико-химических величин, а также само построение настоящей работы и объем ее отдельных разделов согласованы с содержанием книги А. Г. Булаха (А. Г. Булаха х. Методы термодинамики в минералогии, изд. 2-е. Л., «Недра», 1974. 184 с.) и рассмотренной в ней методикой термохимических расчетов реакций минералообразования.

В основу данной работы положены крупнейшие отечественные и зарубежные сводки последних лет: справочник Г. Б. Наумова, Б. Н. Рыженко и И. Л. Ходаковского [19], методические рекомендации П. Н. Кобзаря [12], справочники М. П. Вукаловича [43], М. П. Вукаловича и В. В. Алтунина [58], М. П. Вукаловича и С. Л. Ривкина [44], С. Л. Ривкина и А. А. Александрова [47], С. Кларка [22], а также специальные экспериментальные и расчетные работы по свойствам воды, углекислого газа и метана при высоких температурах и давлениях [5, 9, 10, 18, 30, 45—51, 55, 56, 59—67, 70, 71].

Использованные авторами материалы из разных публикаций часто во многом разнородны, трудно сопоставимы между собой без их специальной предварительной обработки, а иногда противоречивы и не всегда отвечают физической картине поведения веществ при высоких температурах и давлениях. Авторы провели критический анализ всех использованных ими литературных данных, их пересчет и согласование значений параметров веществ по единой системе. Поэтому табличному разделу предпослана общая часть, в которой рассмотрены теоретические основы расчетов и методика их выполнения, а также приведены обоснования принятых значений стандартных термодинамических потенциалов, степени достоверности расчетных значений, способы построения

* В том числе самородных веществ — 20, сульфидов и их аналогов — 55, окислов — 94, силикатов — 70, карбонатов — 24, сульфатов — 41, фосфатов — 19 и т. д.

таблиц, правила пользования ими. Дан библиографический указатель наиболее важных публикаций по физико-химическим свойствам рассматриваемых веществ.

Авторы благодарны В. А. Руднику и Ю. В. Казицыну за просмотр рукописи, А. А. Книзелю, Т. Л. Кочуровой и Г. Г. Смирновой за помощь в выполнении расчетов на ЭВМ разных типов и Б. А. Капаркалей — за помощь в работе над диаграммами. Авторы будут признательны читателям за все критические замечания по книге, указания на погрешности и опечатки, советы и рекомендации методического характера и просят направлять их по адресу: 199164, Ленинград, Университетская наб., д. 7—9, Ленинградский государственный университет имени А. А. Жданова, геологический факультет, кафедра минералогии.

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

ЕДИНИЦЫ СИ В ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

Из принятых по ГОСТ 9867—61 основных единиц СИ при термодинамических расчетах используются: метр (м) — единица длины, килограмм (кг) — единица массы, секунда (с) — единица времени, Кельвин (К) — единица термодинамической температуры. Одним из главных достоинств СИ является то, что в ней для измерения всех видов энергии (передаваемой от тела к телу в виде тепла, работы, электричества и др.) принята одна и та же единица измерения — джоуль (Дж) или кратная ей единица — килоджоуль (кДж).

Соотношения между килоджоулем и килокалориями — химической и термодинамической* — следующие:

$$1 \text{ кДж} = 0,2388 \text{ ккал}_{\text{термодин}} = 0,2390 \text{ ккал}_{\text{химич}};$$

$$1 \text{ ккал}_{\text{термодин}} = 4,1868 \text{ кДж} = 1,001 \text{ ккал}_{\text{химич}};$$

$$1 \text{ ккал}_{\text{химич}} = 4,1840 \text{ кДж} = 0,999 \text{ ккал}_{\text{термодин}}.$$

За единицу измерения давления в СИ принят паскаль (Па). В настоящей книге используется кратная единица — мегапаскаль (МПа): 1 МПа = $1 \cdot 10^6$ Па. Соотношения между мегапаскалем и единицами давления в других системах следующие:

$$1 \text{ МПа} = 1 \cdot 10^6 \text{ Па} = 10 \text{ бар} = 10,19 \text{ кгс/см}^2 = 10,19 \text{ ат} = 9,87 \text{ атм} = \\ = 7498 \text{ мм рт. ст.} = 101,9 \text{ м вод. ст.}$$

$$1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 9,81^{**} \cdot 10^4 \text{ Па} = 0,0981 \text{ МПа} = 0,981 \text{ бар} = \\ = 735,6 \text{ мм рт. ст.} = 10 \text{ м вод. ст.}$$

$$1 \text{ атм} = 1,033 \text{ кгс/см}^2 = 10,13 \cdot 10^4 \text{ Па} = 0,1013 \text{ МПа} = 1,013 \text{ бар} = \\ = 760 \text{ мм рт. ст.} = 10,330 \text{ м вод. ст.}$$

$$1 \text{ бар} = 1,019 \text{ кгс/см}^2 = 10 \cdot 10^4 \text{ Па} = 0,10 \text{ МПа} = 1,019 \text{ атм} = \\ = 749,8 \text{ мм рт. ст.} = 10,19 \text{ м вод. ст.}$$

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

Стандартные условия и стандартные термодинамические потенциалы (табл. 1). Значения термодинамических потенциалов минералов (точнее, минеральных фаз термодинамических систем) и некоторых других твердых и стеклообразных фаз даются для всех веществ для одних и тех же (стандартных) температуры и давления:

$$T = 298,15 \text{ К}; p = 0,10 \text{ МПа} = 1,0 \text{ бар.}$$

* Термодинамическая калория — это количество тепла (энергии), необходимое для нагревания 1 г воды от 19,5 до 20,5° С, химическая калория — то же, от 13,5 до 14,5° С. Из-за различий в значениях теплоемкости воды при разных температурах эти калории отличаются друг от друга: химическая калория меньше термодинамической.

** Точнее 9,80665.

О термодинамических свойствах индивидуальных веществ и других необходимых для термодинамических расчетов величинах постоянно публикуется много специальных статей и монографий [8, 9, 14, 20, 22, 24 — 29, 31 — 35, 37 — 42]. При использовании их необходимо учитывать разнородность и разную достоверность приводимых различными авторами «констант» одного и того же вещества: на значении приводимой в справочнике «константы» сказываются погрешности экспериментальных измерений, корректность методики выполняемых по этим измерениям перерасчетов и особенно сильно — степень достоверности термодинамических свойств некоторых «реперных» веществ. Последнее относится, например, к силикатам и алюмосиликатам. При определении их термодинамических свойств нередко приходится учитывать значения стандартной энтальпии и стандартного потенциала Гиббса кварца и глинозема. Разными авторами они оцениваются по-разному. Например, для кварца даются значения:

$$\Delta H_{298}^0 = -205,4; -210,26; -217,65 \text{ ккал/моль};$$

$$\Delta Z_{298}^0 = -192,4; -204,644 \text{ ккал/моль}.$$

Как видно, выбор констант для расчетов должен выполняться со знанием методики получения этой константы и при условии взаимной согласованности значений термодинамических величин для разных веществ. Таблицы взаимно согласованных значений термодинамических величин для минералов впервые опубликованы одновременно И. К. Карповым, А. И. Киселевым, Ф. А. Летниковым [10] и Г. Б. Наумовым, Б. Н. Рыженко, И. Л. Ходаковским [19], а несколько позднее только для определенного набора веществ для анализа условий образования железных руд Ю. П. Мельником [18]. Однако сами эти сводки не согласованы между собой и должны использоваться как независимые друг от друга системы «констант» веществ. Наибольшее признание получила работа Г. Б. Наумова с соавторами [19]. Она и положена нами в основу настоящего раздела данной работы.

Достоверность приводимых нами значений различна: для S , ΔS , C_p она составляет ± 5 ккал/моль (± 20 Дж/моль), для ΔZ , ΔH она $\pm 0,02$ ккал/моль ($\pm 0,08$ кДж/моль). Однако все приводимые для минеральных фаз значения термодинамических потенциалов даются в таблице унифицированно в джоулях и калориях. Это сделано во избежание весьма частой ошибки при суммировании в ходе термодинамических расчетов значений с разными единицами их измерения.

Мольные объемы (табл. 1). Мольные объемы минералов даются нами по справочнику С. Кларка [22], по работе Г. Б. Наумова, Б. Н. Рыженко, И. Л. Ходаковского [19] и по результатам наших расчетов. При их выполнении использованы значения параметров элементарной ячейки минералов по таблицам Х. Г. Штрунца и справочнику «Минералы».

Удельные (объемные) термодинамические свойства минералов (табл. 1). В настоящей книге приводятся удельные значения энтропии, энтальпии, потенциалов Гиббса для обширного круга минералов, а также удельные значения C_p , 298 и коэффициентов a , b , c в уравнениях теплоемкости.

Идея объемно-энергетического анализа процессов минералообразования впервые была предложена Ю. В. Казидыным. В разных ее вариантах она неоднократно рассматривалась в литературе (Ф. А. Летников, В. Г. Лазаренков, Ю. В. Казиды, В. Г. Боголепов, Н. З. Иванова, Г. В. Ицксон и др.). Наиболее последовательно и полно она была развита Ю. В. Казидыным и В. А. Рудником, а затем использована В. В. Ждановым. А. Г. Булах показал, что в основу подобных расчетов должны быть положены термодинамические потенциалы, и в первую очередь потенциал Гиббса.

Дальнейшее развитие идея объемно-энергетического анализа получила в работах П. Н. Кобзаря [12 и др.]. Он убедительно и на конкретных примерах показал, что, во-первых, атомные и мольные термодинамические потенциалы веществ, отвечающие одному и тому же числу атомов (молекул), стирают различия теплофизических свойств минералов, характеризующихся обычно разным содержанием числа атомов (молекул) в одной и той же единице объема, и что, во-вторых, химико-термодинамические расчеты на основе мольных потенциалов без учета объемов кристаллических фаз часто оказываются неоправданными. П. Н. Кобзарь привел рассчитанные им объемные энтальпии для 36 минералов. Нами впервые даются удельные значения S , ΔS , ΔZ , ΔH , C_p , a , b , c для 262 минералов.

ПРИНЯТЫЕ СПОСОБЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Нами приводятся сведения о теплофизических, термодинамических и других физико-химических свойствах трех главнейших компонентов-растворителей в гидротермальных и флюидных системах минералообразования: воды, углекислого газа, метана. Для разных температур и давлений приведены значения их удельных объемов, энтальпий, потенциалов Гиббса, коэффициентов фугитивности, теплопроводности, динамической вязкости и данные об их некоторых других свойствах. При этом при составлении таблиц термодинамических потенциалов принята следующая система их вычисления и проверки приводяемых в таблицах величин.

Общие зависимости. Параметры состояния p , V , T , потенциалы S , H , Z , коэффициент фугитивности γ и теплоемкость C_p взаимосвязаны системой уравнений:

$$d[\ln(\gamma p)] = \frac{dZ}{RT}; \quad (1)$$

$$dS = C_p \frac{dT}{T} - \left(\frac{dV}{dT}\right)_p \cdot dp; \quad (2)$$

$$dH = C_p dT + V dp - \left(\frac{dV}{dT}\right)_p \cdot T dp; \quad (3)$$

$$dZ = dH - T dS - S dT. \quad (4)$$

Для вычисления с помощью этой системы уравнений значений S , H , Z , γ для разных температур и давлений необходимо и достаточно знать взаимосвязь $p-V-T$ и зависимость $C_p = f(T)$ при каком-либо $p = \text{const}$, что определяется экспериментальным путем. Вычисления могут быть осуществлены, если имеется табличная зависимость V от p и T с достаточно мелким шагом, допускающим линейную интерполяцию. Погрешность такой интерполяции не должна превышать $\pm 1\%$. Функциональная зависимость $C_p = f(T)$ дается в виде

$$C_p = a + bT + cT^{-2} \text{ при } p = \text{const}. \quad (5)$$

Обычно это — зависимость при давлении $p = 0,1 \text{ МПа} = 1 \text{ бар} = \text{const}$.

Ход расчетов. Исходными точками отсчета для вычисления H , Z , S нами приняты, как обычно, их стандартные значения при давлении $p = 0,1 \text{ МПа}$ и температуре $298,15 \text{ К}$: ΔH_{298}^0 , ΔZ_{298}^0 , S_{298}^0 , C_{p298} . Расчет ведется двумя этапами путем приближенного интегрирования вышеприведенных дифференциальных уравнений.

Первый этап. Вычисление значений потенциалов при разных температурах и при давлении $p_0 = 1 \text{ бар} = 0,1 \text{ МПа} = \text{const}$.

Вычисления производятся по следующим зависимостям:

$$\Delta H_{T, p_0} = \Delta H_{298}^0 + (T - 298) \left[a + \frac{b}{2} (T + 298) + \frac{c}{298} T \right]; \quad (6)$$

$$S_{T, p_0} = S_{298}^0 + a \ln \frac{T}{298} + bT + \frac{c}{2} \left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{298^2} \right); \quad (7)$$

$$\Delta Z_{T, p_0} = \Delta Z_{298}^0 + 298 S_{298}^0 - \Delta H_{298}^0 + \Delta H_{T, p_0} - T S_{T, p_0}. \quad (8)$$

$$\gamma_{T, p_0} = 1.$$

Второй этап. Вычисление значения потенциалов при $T = \text{const}$, но для разных давлений. Исходными являются значения $\Delta H_{T, p_0}$; S_{T, p_0} , $\Delta Z_{T, p_0}$, а также $V = f(T, p)$ из таблиц экспериментальных данных. Вычисления производят ступенчато, задаваясь

последовательно возрастающими значениями давлений в соответствии с шагом таблицы для $V = f(T, p)$ (приближенное интегрирование) по зависимостям

$$\Delta Z_{T, p_i} = \Delta Z_{T, p_0} + \frac{M}{2} \sum_{n=1}^{n=i} (p_n - p_{n-1}) (V_n + V_{n-1}); \quad (9)$$

$$\gamma_{T, p_i} = \frac{2,303 \cdot 0,401325}{p_i} a \lg \frac{\Delta Z_{T, p_i} - \Delta Z_{T, p_0}}{8320T}; \quad (10)$$

$$\Delta H_{T, p_i} = \Delta H_{T, p_0} + \frac{MT}{8 \Delta T} \sum_{n=1}^{n=i} (p_n - p_{n-1}) [(V_n + V_{n-1})_{T+\Delta T} - (V_n + V_{n-1})_{T-\Delta T}]; \quad (11)$$

$$S_{T, p_i} = \left(\frac{\Delta Z_{T, p_0} - \Delta H_{T, p_0}}{T} + S_{T, p_0} \right) - \frac{\Delta Z_{T, p_i} - \Delta H_{T, p_i}}{T}. \quad (12)$$

Согласованность полученных значений ΔZ , γ , ΔH и S проверяется их сравнением со значением энтропии, вычисленным по уравнению

$$S_{T, p_i} = S_{T, p_0} + \frac{\Delta H_{T, p_i} - \Delta H_{T, p_0}}{T} - \frac{M}{2T} \sum_{n=1}^{n=i} (p_n - p_{n-1}) (V_n + V_{n-1}). \quad (13)$$

Вычисления считаются правильными, если относительные отклонения значений энтропии, вычисленной двумя путями, не превышают $\pm 1\%$.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Процессы минералообразования происходят чаще всего при температурах и давлениях выше атмосферных, и поэтому для воды мы приводим данные только для температур 25°C и выше и давлений $0,1$ МПа и более. Верхние пределы табулируемых значений ограничены объемом современных достаточно надежных сведений и не превышают значений для 1000°C и $10\,000$ МПа. Сведения о свойствах воды в кристаллическом состоянии не представлены.

Стандартные условия и константы (табл. 2, 3). Стандартные условия для H_2O -жидкости приняты по Г. Б. Наумову и др. [19]. Численные значения констант приняты по Г. Б. Наумову и др. [19], Ю. П. Мельнику [18] и вычислены авторами по данным М. П. Вукаловича [43].

Стандартные условия для H_2O -газа в различных работах [1, 10, 18 — 20] трактуются по-разному, но при любых трактовках невозможно представить реальное состояние H_2O , отвечающее этим стандартным условиям. Наиболее приемлемым определением этого понятия представляется следующее: H_2O -газ при стандартных условиях — это такое гипотетическое состояние H_2O , при котором его термодинамические потенциалы ΔH , S , ΔZ и мольный объем V равны условным значениям, общепринятым для унификации термодинамических расчетов газовых процессов.

Свойства на линии насыщения и критические параметры (табл. 4 — 7). Данные табл. 4 и 5 рассчитаны нами по М. П. Вукаловичу [43] с использованием сведений И. К. Карпова и др. [10]*. Табл. 6 составлена по М. П. Вукаловичу [43], значения термодинамических потенциалов вычислены авторами. Табл. 7 составлена по данным Дж. К. Кеннеди, помещенным в американском справочнике [22], примечания к таблице — по Т. П. Жузе [6].

* 2-е (стереотипное) издание книги И. К. Карпова и др. вышло под названием «Моделирование природного минералообразования на ЭВМ». М., «Недра», 1976.

Термодинамические свойства воды при различных давлениях и температурах (табл. 8 — 10). Нами приводятся значения V , ΔH и ΔZ . Таблицы для S опущены, поскольку при наличии таблиц ΔZ они для обычных практических расчетов не требуются. В случае необходимости отдельные значения могут быть определены по уравнению (20) с использованием таблиц ΔH и ΔZ .

При составлении табл. 8 — 10 была проверена сходимость данных из различных работ [9, 10, 18, 19, 43, 46, 51, 53, 55, 56], выбраны наиболее надежные, по мнению авторов, источники, произведены расчеты не приведенных в них значений термодинамических потенциалов ΔH , S и ΔZ для принятой нами сетки температур и давлений, произведены пересчеты данных в единую систему отсчета от абсолютного нуля. Для выявления возможных ошибок и опечаток в литературных источниках были произведены графические построения по ним зависимостей ΔH , S и $S_T - S_{298}^0$ от p и T , найдены и откорректированы «высоки» приводимых в них данных. За базисные по значениям V и исходным данным для расчета ΔH и ΔZ нами взяты таблицы М. П. Вукаловича [43, 44], принятые в качестве международных (11 ведущих социалистических и капиталистических стран, в том числе СССР, США, ФРГ, Франция, Англия). К тому же эти таблицы содержат сведения по удельным объемам, энтальпии и энтропии с весьма малым шагом по температуре и давлению. Распирение объема приводимых нами справочных данных в сторону более высоких температур и давлений и принятые в целом способы расчетов описываются ниже раздельно для V , ΔH , ΔZ .

По удельным объемам (табл. 8) до 1000°C и 100 МПа за основу приняты данные М. П. Вукаловича. Сравнение данных М. П. Вукаловича по удельным объемам с данными В. П. Бриджмена, Р. В. Горансона, Дж. К. Кеннеди, Г. Ф. Смита и других зарубежных исследователей, приведенными в американской сводке [22], показало существенные различия между ними (до 2%) в области менее 5 МПа и 600°C , а сравнение данных М. П. Вукаловича и Я. Юзы [55] дало удовлетворительную сходимость в области более 70 МПа и 800°C . Последнее явилось основанием для использования нами в области более 100 МПа (в пределах $25 - 1000^\circ\text{C}$) данных Я. Юзы, но не непосредственно, а по таблицам И. К. Карпова и др. [10].

Для энтальпии и энтропии в таблицах М. П. Вукаловича за нулевые отсчеты приняты их значения в тройной точке H_2O (при температуре $0,01^\circ\text{C}$ и давлении $0,0006112\text{ МПа}$). Приращения этих потенциалов даны в расчете на $1\text{ кг H}_2\text{O}$. Данные по ΔZ не определены из-за их неперенимости в теплотехнике — обычной области использования таблиц М. П. Вукаловича.

В пределах таблиц М. П. Вукаловича вычисление ΔH и ΔZ нами произведено по следующей схеме. Мольная энтальпия H_2O -жидкости при стандартных условиях ΔH_{298}^0 по Г. Б. Наумову и др. [19] сравнивалась с удельной энтальпией воды по М. П. Вукаловичу в тех же физических условиях: ΔH_{298}^0 соответствует h_0 по М. П. Вукаловичу и составляет $104,8\text{ кДж/кг}$, или $104,8\text{ Дж/г}$.

Следовательно,

$$\Delta H_{298}^0 = \Delta H_{\text{тр. т}} + Mh_0, \quad (14)$$

где $\Delta H_{\text{тр. т}}$ — энтальпия H_2O в тройной точке (-287727 Дж/моль), M — молекулярная масса воды (18,01).

Приращение мольной энтальпии относительно стандартных условий определяем по формуле

$$\Delta H_{p, T} - \Delta H_{298}^0 = Mh_{p, T} - Mh_0, \quad (15)$$

где $h_{p, T}$ — удельная энтальпия воды для p и T по таблицам М. П. Вукаловича, кДж/кг .

Отсюда следует

$$\Delta H_{p, T} = \Delta H_{298}^0 - Mh_0 + Mh_{p, T} = \Delta H_{\text{тр. т}} + Mh_{p, T}. \quad (16)$$

После подстановки значений ΔH_{298}^0 , M и h_0 получаем расчетную зависимость для определения мольной энтальпии при p и T :

$$\Delta H_{p, T} = -287\,727 + 18,01h_{p, T}. \quad (17)$$

Аналогично выведена расчетная зависимость для определения мольной энтропии при p и T :

$$S_{p, T} = 63,37 + 18,01s_{p, T}, \quad (18)$$

где $s_{p, T}$ — удельная энтропия при p и T по М. П. Вукаловичу, кДж/(кг · К).

Интегрируя в пределах от p_0, T_0 до p, T дифференциальную зависимость $dZ = dH - d(TS)$ и подставляя значения постоянных членов, имеем

$$\Delta Z_{p, T} = 69\,360 + \Delta H_{p, T} - TS_{p, T}. \quad (19)$$

После раскрытия значений $\Delta H_{p, T}$ и $S_{p, T}$ через уравнения (17) и (18) получаем расчетные формулы:

$$S_{p, T} = \frac{\Delta H_{p, T} - \Delta Z_{p, T} + 69\,360}{T}; \quad (20)$$

$$\Delta Z_{p, T} = -218\,367 + 18,01 [h_{p, T} - T(s_{p, T} + 3,52)]. \quad (21)$$

Выражения (17), (18), (20), (21) просты для обработки на счетных машинах. По ним рассчитаны до давления 90 МПа приводимые в табл. 9 и 10 значения потенциалов. Значения ΔH и ΔZ при давлении 100 МПа получены графической экстраполяцией, для чего сначала были вычислены промежуточные значения этих потенциалов при давлениях 85, 95, 97 МПа.

При вычислении значений термодинамических потенциалов воды для более высоких, чем в справочниках М. П. Вукаловича, температур и давлений учтены все последние публикации по этому вопросу. Рассматриваемые в них области температур и давлений частично или полностью взаимно перекрываются (рис. 1), но приводимые в разных публикациях значения потенциалов не всегда сопоставимы друг с другом. Для 100 МПа наиболее хорошо сходятся с данными М. П. Вукаловича данные справочника И. К. Карпова и соавторов [10] (в большинстве случаев погрешность не более 0,8% приращения потенциала от стандартных условий).

Сравнение данных этих двух справочников для области около 90 МПа также выявило их хорошую сходимости: установлено, что приращения энтропии и потенциала Гиббса в 80 узловых точках имеют максимальное отклонение 1,1% (одна точка) при среднем отклонении 0,5%. Однако при этом обнаружены погрешности в справочнике И. К. Карпова и соавторов*: имеется ряд опечаток в строке $p = 100$ МПа и полностью неверны столбцы для температуры 50° С и сомнительны значения в строке для 1 МПа, поскольку все они в этой строке отличаются друг от друга при перепадах температуры в 50° С на случайные, незакономерно различные величины (в таблице потенциалов Гиббса).

В качестве исходных для расчета потенциалов в области до 5000 МПа нами были приняты вычисленные по М. П. Вукаловичу значения потенциалов для 100 МПа и откорректированные таблицы И. К. Карпова и других. Приводимые для этой области давлений (100—5000 МПа) сведения К. В. Барнема и др., Г. К. Хельгесона и Д. Х. Киркхама, Ю. П. Мельника (см. рис. 1) уступают данным И. К. Карпова, более полным и лучше согласующимся с рассмотренными выше значениями термодинамических потенциалов воды. Подробные данные по ΔZ опубликованы Ю. Р. Фишером и Е-ан Зеном (см. рис. 1). Однако, по этим авторам, увеличение T вызывает увеличение ΔZ (уменьшение его численного значения), в то время как все остальные литературные источники показывают противоположное изменение ΔZ с ростом T (численное значение увеличивается).

Поскольку $dZ = dH - d(TS) = dH - TdS - SdT = dH - T\frac{dQ}{T} - SdT$, а при $p = \text{const}$ $dH = dQ$, то при $p = \text{const}$ $dZ = -Sdt$. Вследствие того что всегда $S > 0$, при $p = \text{const}$ знак приращения Z обратен знаку приращения T . Следовательно, расчеты Ю. Р. Фишера и Е-ан Зена имеют принципиально иной смысл. Необходимо отметить, что в их работе первая строка таблиц при $t = 100^\circ \text{C}$ по приращениям ΔZ совпадает с данными других авторов [9, 10, 53, 56], что может послужить причиной необоснованного применения сведений Ю. Р. Фишера и Е-ан Зена при недостаточном критическом анализе используемых источников.

* Все эти погрешности сохранились и во втором издании книги.

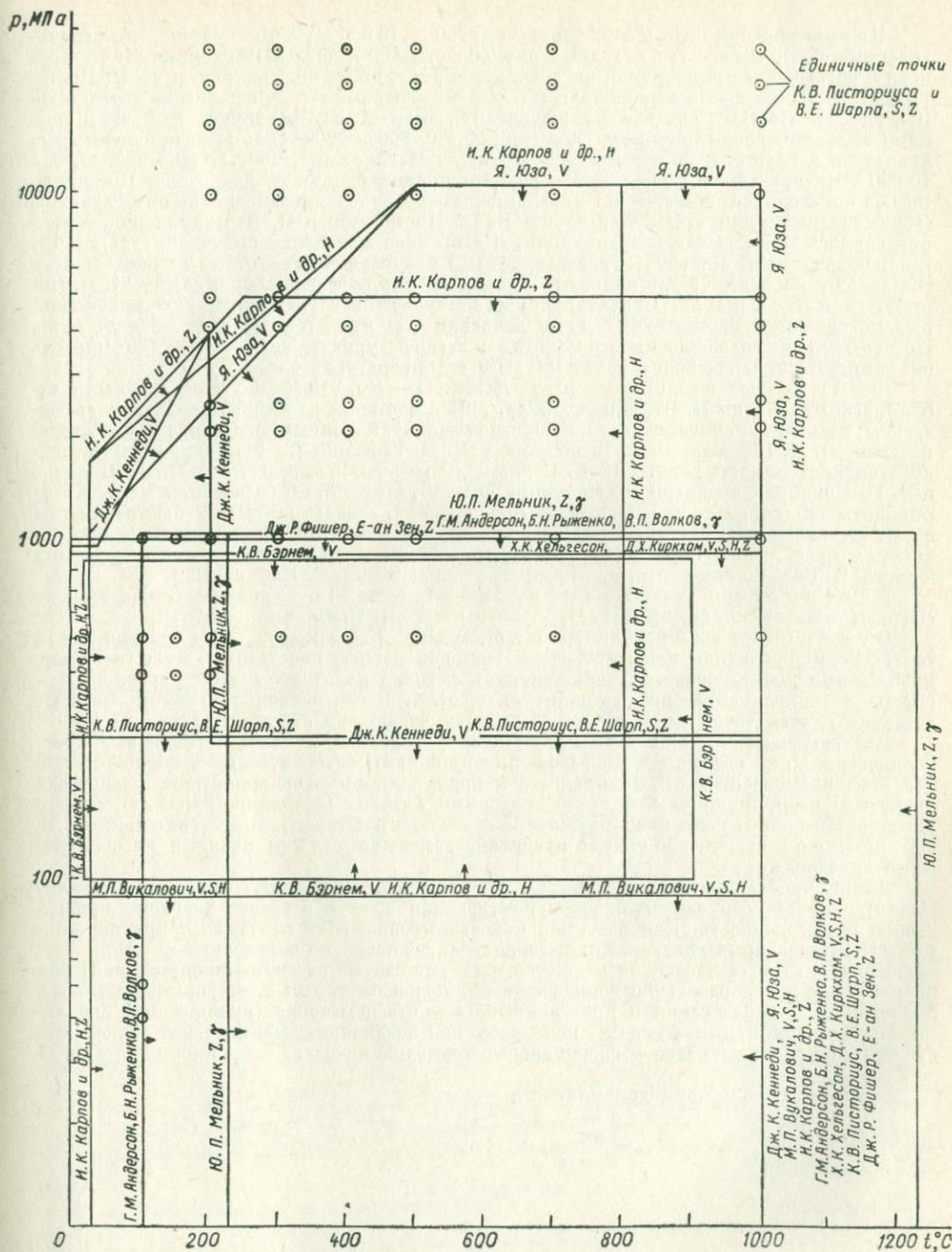


Рис. 1. Пределы изученности свойств H_2O разными исследователями.

При расширении поля наших таблиц от 5000 до 10 000 МПа было учтено, что использованные нами в качестве исходных для области 100 — 5000 МПа данные И. К. Карпова и соавторов сами являются интерполяцией результатов экспериментов К. В. Писториуса и В. Е. Шарпа, выполнявшихся по системе реперных точек до давления 25 000 МПа (см. рис. 1). Поэтому сначала по реперным точкам К. В. Писториуса и В. Е. Шарпа нами были вычислены энтальпии воды при 25, 50, 900 и 1000° С во всем принятом нами диапазоне давлений и потенциалы Гиббса при давлениях 0,1, 6000, 7000, 8000, 9000 и 10 000 МПа при температуре 25° С и во всем принятом нами ее диапазоне. Потенциал Гиббса определялся графически. Энтальпия реперных точек вычислялась по уравнению (19) и таблицам для ΔZ и S в работе К. В. Писториуса и В. Е. Шарпа, после чего проводилась графическая интерполяция. Поверочное сравнение полученных таким образом значений ΔH при 900° С с данными М. П. Вукаловича выявило, что их расхождения составляют не более 75 Дж/моль, что меньше оценки погрешностей в сводке К. В. Писториуса и В. Е. Шарпа. Ориентируясь на последних, следует принять, что максимальные погрешности рассчитанных нами значений ΔH и ΔZ составляют ± 80 Дж/моль (20 кал/моль) при давлениях менее 100 МПа и температурах менее 800° С и ± 160 Дж/моль (40 кал/моль) при давлениях более 100 МПа и температурах более 800° С.

Физические константы (табл. 11—13). Коэффициенты летучести табулированы нами по К. В. Бэрнему и др. [49] с частичным интерполированием графическим методом. Рациональность использования этих данных подтверждена исследованиями В. П. Волкова, Г. И. Рузайкина и Б. Н. Рыженко [2, 21], показавшими значительную сходимость данных К. В. Бэрнема и соавторов с выведенными Б. Н. Рыженко и В. П. Волковым уравнениями состояния воды и результатами расчетов на ЭВМ. Коэффициенты теплопроводности и вязкости при давлениях менее 80 МПа табулированы по М. П. Вукаловичу [43] с пересчетом в единицы СИ, значения коэффициентов при давлениях более 100 МПа получены путем графического интерполирования и пересчета данных К. Свиделлса и др., приводимых в справочнике С. Кларка [22].

Растворимости воды в газах (табл. 14). Таблицы составлены по сводным данным, приводимым Т. П. Жузе [6] и Г. Б. Наумовым и др. [19].

Вспомогательные диаграммы (рис. 2—4). По приводимым в табл. 2 — 4 величинам нами построены вспомогательные диаграммы, чтобы наглядно проиллюстрировать основные закономерности фазовых переходов и характер изменения объема и термодинамических потенциалов воды. При построении диаграммы фазовых состояний часть точек снята с диаграмм в справочнике С. Кларка [22].

Диаграмма (рис. 2, а) показывает пределы устойчивого состояния различных кристаллических (лед разных полиморфных модификаций), газовой (пар) и жидкой (вода) фаз в однокомпонентной H_2O -системе. Эти поля и линии монотонного равновесия размечены на принципиальной схеме диаграммы фазовых состояний (рис. 2, б), но для наглядности поле газовой фазы на схеме значительно расширено. В действительности же оно невелико и ограничено узкими пределами изменений p и T и низкими их абсолютными значениями.

Линия монотонного равновесия газ — жидкость (или, как говорят, линия насыщения) является верхней границей существования воды и отвечает фазовому превращению газ \rightleftharpoons жидкость. Как известно, фазовые превращения происходят при постоянных взаимосвязанных давлениях и температурах, однозначно определяющих точки превращения, а сами превращения являются изобарно-изотермическими процессами. В них плавление и парообразование сопровождается подводом тепла, т. е. ростом энтальпии и энтропии, а конденсация и кристаллизация — отводом тепла (уменьшением энтальпии и энтропии). Для фазовых переходов как изобарно-изотермических процессов существенно упрощаются дифференциальные термодинамические зависимости; при $dp = = dT = 0$:

— первое начало термодинамики

$$dQ = p dV; \quad (22)$$

— энтальпия

$$dH = p dV + dQ; \quad (23)$$

— энтропия

$$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{dH}{T} = \frac{p dV}{T}; \quad (24)$$

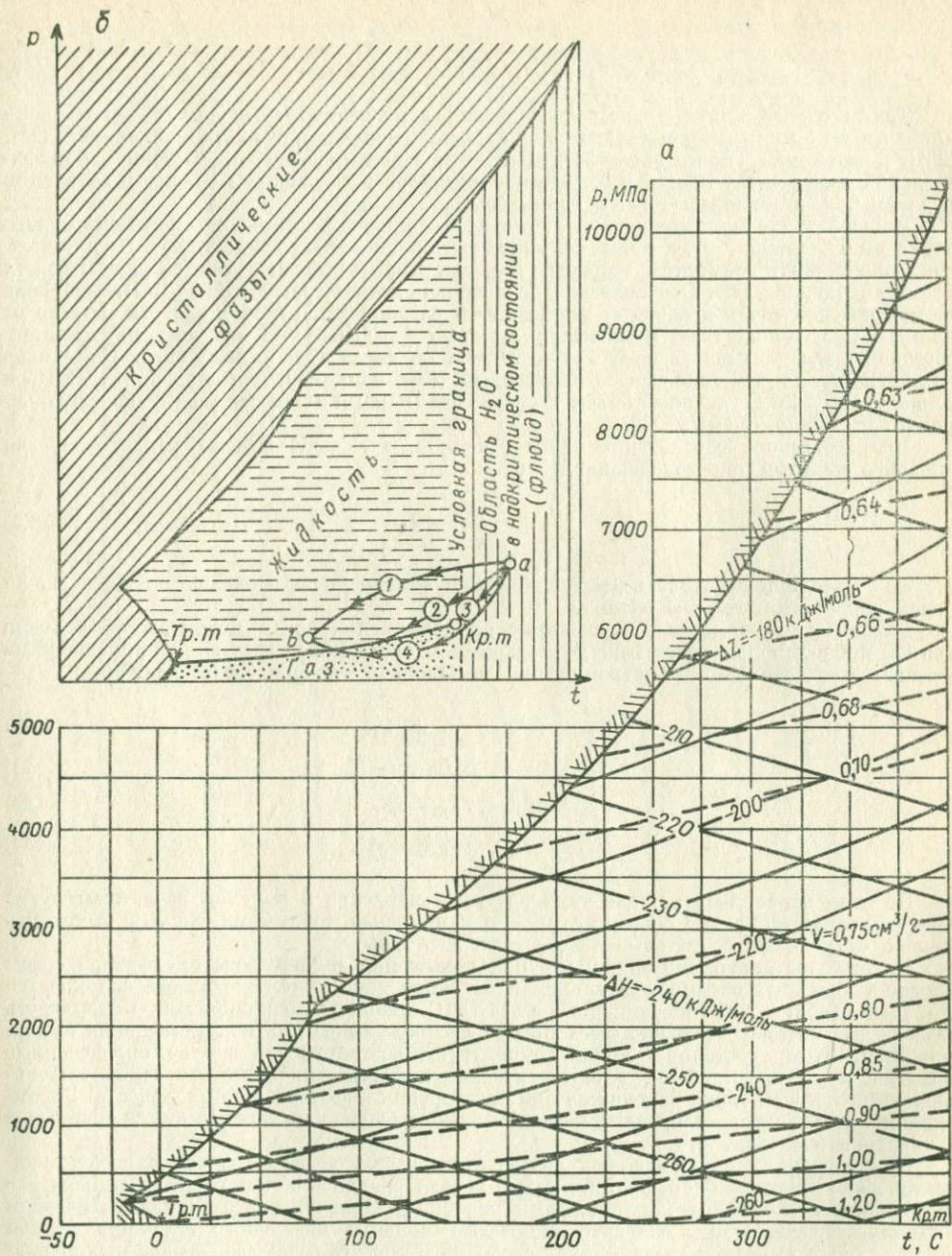


Рис. 2. Диаграмма фазовых состояний H_2O .

а — диаграмма для области менее 400°C и $10\ 000 \text{ МПа}$; б — принципиальная схема. Тр. т — тройная точка, Кр. т — критическая точка.

— потенциал Гиббса

$$dZ = dH - T dS = dH - T \frac{dH}{T} = 0. \quad (25)$$

Таким образом, при фазовых превращениях подводимое (отводимое) тепло равно приращению энтальпии и расходуется только на изменение плотности [зависимости (22), (23)], а потенциал Гиббса остается неизменным [зависимость (25)]. Именно таков физический смысл чисел табл. 4 и 5. В них для жидкой и газовой фаз объемы и энтальпии различны, а потенциалы Гиббса одинаковы.

Каждой точке моновариантной линии газ — жидкость отвечают определенные температуры и давления, при которых газ и жидкость равновесно сосуществуют. Но для каждой такой точки допустимы вариации количественных соотношений сосуществующих газовой и жидкой фаз. Это показано на специальной диаграмме (рис. 3). На ней вниз от критической точки и влево от линии $x = 0$ располагается поле жидкости, вправо от линии $x = 1$ — поле газа. Поле между линиями $x = 0$ и $x = 1$ отвечает двухфазному состоянию H_2O — равновесному сосуществованию смеси газа и жидкости. Как видно из диаграммы, объем такой смеси переменный. Так, например, для давления 2,5 МПа и температуры 225° С удельный объем \bar{V} смеси газа (пара) и жидкости (воды) может варьировать от 1,2 до 75 см³/г.

Количественное соотношение между жидкой и газовой фазами характеризуется степенью сухости (паросодержанием) x :

$$x = \frac{m_{\Gamma}}{m_{\text{ж}} + m_{\Gamma}} \quad (26)$$

где m_{Γ} — число молей газа в рассматриваемом объеме двухфазной среды, $m_{\text{ж}}$ — число молей жидкости в том же объеме.

Основные зависимости для равновесной двухфазной среды получены из условия прямой пропорциональности между приращением числа молей газа m_{Γ} и приращениями объема газа, энтальпии и энтропии при постоянных температуре и давлении:

$$V_x = (1-x) \cdot V_{\text{ж}} + xV_{\Gamma}; \quad (27)$$

$$\Delta H_x = (1-x) \cdot \Delta H_{\text{ж}} + x \Delta H_{\Gamma}; \quad (28)$$

$$S_x = (1-x) \cdot S_{\text{ж}} + xS_{\Gamma}; \quad (29)$$

$$\Delta Z_x = \Delta Z_{\text{ж}} = \Delta Z_{\Gamma} = \text{const.} \quad (30)$$

По этим зависимостям, зная температуру и давление и получив расчетным путем одну из величин (V_x , ΔH_x или S_x), можно с помощью табл. 4 или табл. 5 вычислить степень сухости x и остальные неизвестные величины.

На этой же диаграмме видно, что при повышении температуры двухфазной среды значения удельных объемов, энтальпии и энтропии жидкой и газовой фаз сближаются (см. также табл. 4, 5) и при температуре 374,15° С становятся одинаковыми. Поверхность раздела фаз исчезает, значения всех прочих физико-химических констант также выравниваются. Этому состоянию кроме температуры соответствуют вполне определенные давление и удельный объем, т. е. критическое состояние является «точечным». Положение критической точки изменяется при растворении в воде различных веществ. Увеличение концентрации растворенных веществ повышает значения критических температуры и давления (см. табл. 7).

При давлениях и температурах выше критических вода находится в особом надкритическом состоянии (см. рис. 2, 3). Его нельзя сравнить с обычным состоянием газа или жидкости в близких к стандартным условиях. Молекулы воды в надкритическом состоянии, по-видимому, обладают скоростью молекул идеального газа при данной температуре, но имеют меньшую длину свободного пробега (меньшее среднее межмолекулярное расстояние).

Переход воды из надкритического в жидкое состояние может иметь следующие варианты (см. рис. 2, 6):

- плавный переход слева от критической точки (линия $a-1-b$);
- переход слева от критической точки с захватом двухфазной области (линия $a-2-b$);
- переход через критическую точку и двухфазную область (линия $a-3-b$);
- переход справа от критической точки через область фазового превращения (линия $a-4-b$).

Приращения термодинамических потенциалов и окончательные значения всех констант при всех вариантах одинаковы, если исходные и конечные параметры во всех вариантах совпадают. Однако путь перехода существенно влияет на растворимость отдельных компонентов в воде в различные моменты процесса, что в свою очередь влияет на

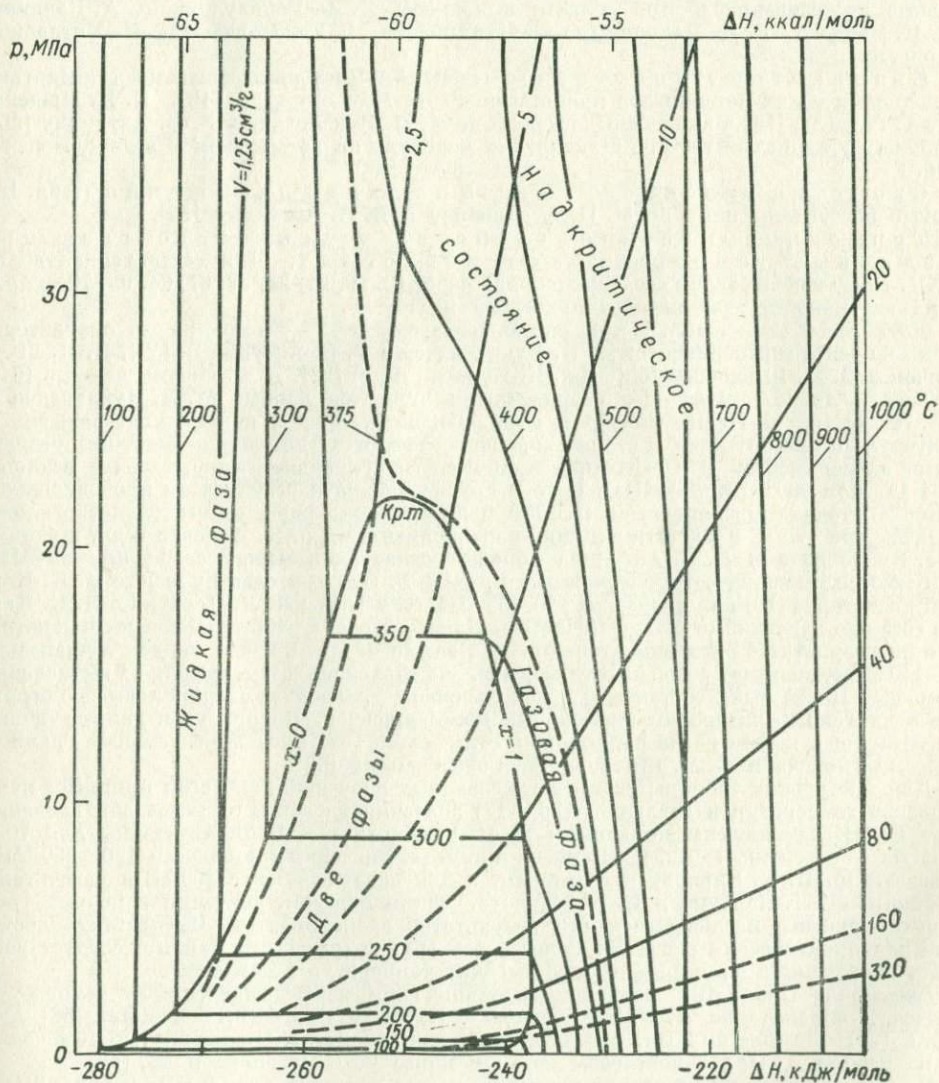


Рис. 3. Энтальпии и удельные объемы H_2O в области $400^\circ C$ и 400 МПа.
Кр. т — критическая точка.

момент, место и долю выкристаллизовывающихся из гидротерм и флюидов веществ и долю этих веществ, остающихся в растворенном в воде состоянии.

Общая картина изменения ΔH и ΔZ в зависимости от температуры и давления дана на рис. 4.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Свойства углекислого газа представлены в диапазоне температур от 25 до 1000°C и давлений от 0,1 до 1000 МПа. Сведения по свойствам системы углекислый газ — вода нами не приводятся, в настоящее время они находятся в стадии разработки. Фундаментальные исследования в этой области выполнены Х. Ю. Гринвудом, А. А. Кадиком, Дж. К. Кеннеди, С. Д. Малининым, Б. Н. Рыженко, С. Такеноучи, Н. И. Хитаровым и другими.

Стандартные константы (табл. 15). Численные значения стандартных термодинамических потенциалов приняты по Г. Б. Наумову и др. [19], К. П. Мищенко и А. А. Равделю [13] и вычислены авторами по М. П. Вукаловичу и В. В. Алтунину [58], поскольку углекислый газ при стандартных условиях является газом в реальном состоянии.

Свойства углекислого газа на линии насыщения (табл. 16). Данные рассчитаны нами по М. П. Вукаловичу и В. В. Алтунину [58].

Термодинамические свойства углекислого газа при различных температурах и давлениях. Для составления таблиц V , ΔH , ΔZ , γ использованы сведения из ряда работ [2, 10, 21, 22, 58, 61, 64, 65, 70 и др.]. Схема изученности этих свойств приведена на рис. 5.

Удельные объемы (табл. 17). В настоящее время p — V — T -зависимости охарактеризованы на основе экспериментов М. П. Вукаловичем и В. В. Алтуниным [58], К. И. Шмуловичем и В. М. Шмоновым [65], Дж. К. Кеннеди и др. [22], Д. С. Циклисом и др. [64], Я. Юзой и др. [67]. Наиболее современными являются данные М. П. Вукаловича и В. В. Алтунина, К. И. Шмуловича и В. М. Шмонова, причем первые подтверждены в практической теплотехнике, а вторые хорошо согласуются с независимыми от них результатами экспериментов Д. С. Циклиса и других (максимальное относительное отклонение 1,4% при 400°C и 700 МПа). И те и другие близки к результатам проводившихся по иной методике экспериментов Я. Юзы и др. (максимальное относительное отклонение 0,6% при 400°C и 300 МПа). Данные экспериментов Дж. К. Кеннеди и др. и данные М. П. Вукаловича и В. В. Алтунина хорошо согласуются между собой при 60 МПа.

Имеются также расчетные зависимости p — V — T . Они приведены в работе И. К. Карпова и соавторов [10] для диапазона 150—350 МПа и в статье Л. Л. Перчука и И. К. Карпова [61] для давлений от 300 до 1000 МПа. Данные в обеих работах основаны на экстраполяции результатов экспериментов Дж. К. Кеннеди и др., проводившихся в диапазоне 2,5—140 МПа, но между собой не согласованы. Это объясняется тем, что для их вычисления с помощью БЭСМ были составлены и использованы уравнения, неодинаковые по структуре и численным значениям вириальных коэффициентов. Но при этом данные таблиц И. К. Карпова и других незначительно отличаются от экспериментальных данных К. И. Шмуловича и В. М. Шмонова (не более чем на 0,8%).

Для построения таблицы взаимосогласованных значений V во всем принятом нами диапазоне температур и давлений (табл. 17) значения удельных объемов для давлений менее 60 МПа вычислены по данным М. П. Вукаловича и В. В. Алтунина, для 70—140 МПа — по данным Дж. К. Кеннеди и других. Значения для области 150—350 МПа приведены по И. К. Карпову и соавторам, а для давлений более 400 МПа рассчитаны по данным Л. Л. Перчука и И. К. Карпова. Таким образом, значения в первых трех группах основаны на использовании результатов экспериментов. Их точность достаточна для практических расчетов. В четвертой группе (расчетные данные) следует учитывать погрешность до $\pm 3,5\%$ в зоне высоких температур и давлений.

Энтальпия (табл. 18). Значения энтальпий для разных давлений и температур имеются в справочнике М. П. Вукаловича и В. В. Алтунина (0,1—60 МПа) [58] и в работе Д. Прайс (5—140 МПа, рассчитаны по данным Дж. К. Кеннеди) [69]. Значения ΔH из работы Д. Прайс повторены затем в книге И. К. Карпова и др. [10].

В табл. 18 значения энтальпии углекислого газа для давлений 60 МПа и менее вычислены нами по данным справочника М. П. Вукаловича и В. В. Алтунина [58] аналогично таким же расчетам для воды. Для области 150—1000 МПа значения энтальпии вычислены

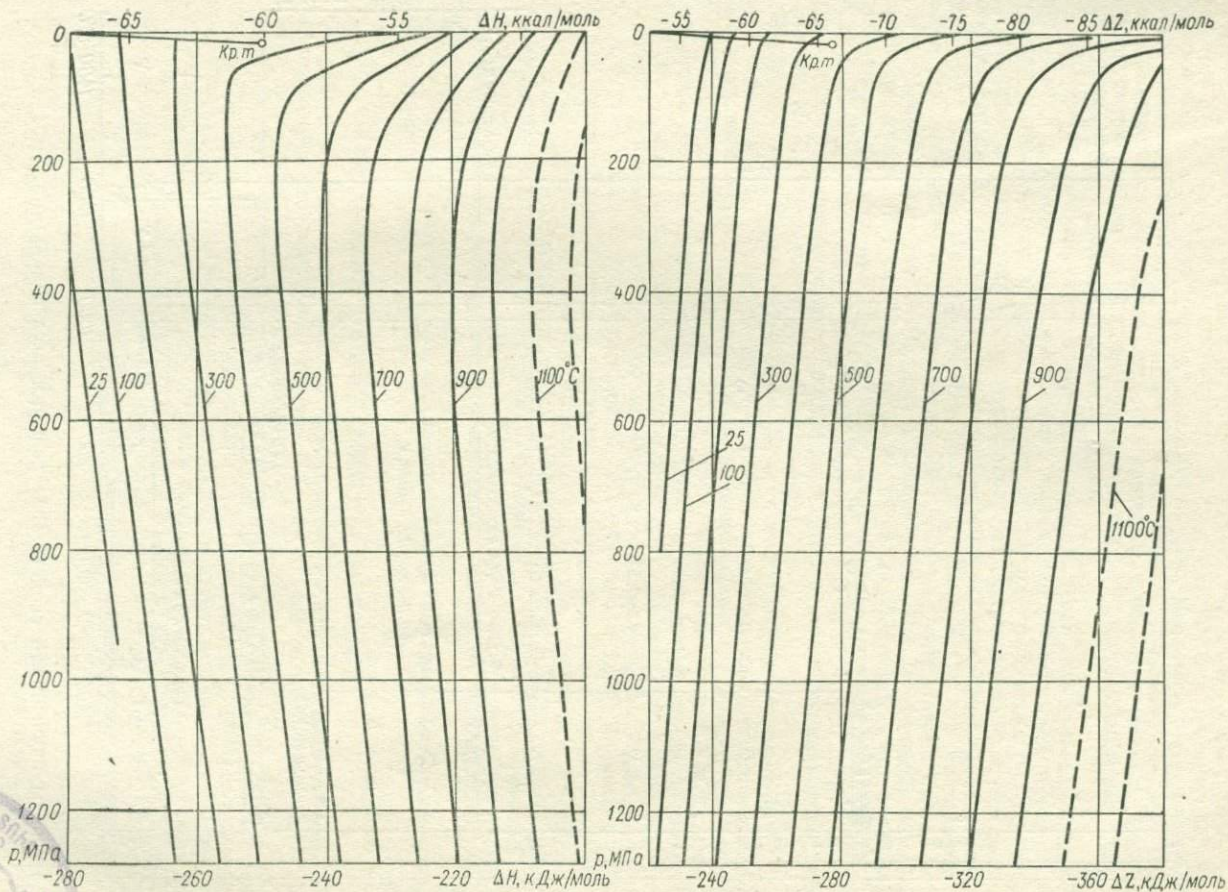


Рис. 4. Значения ΔH и ΔZ для H_2O в разных $p - T$ -условиях.

Кр. т. — критическая точка.

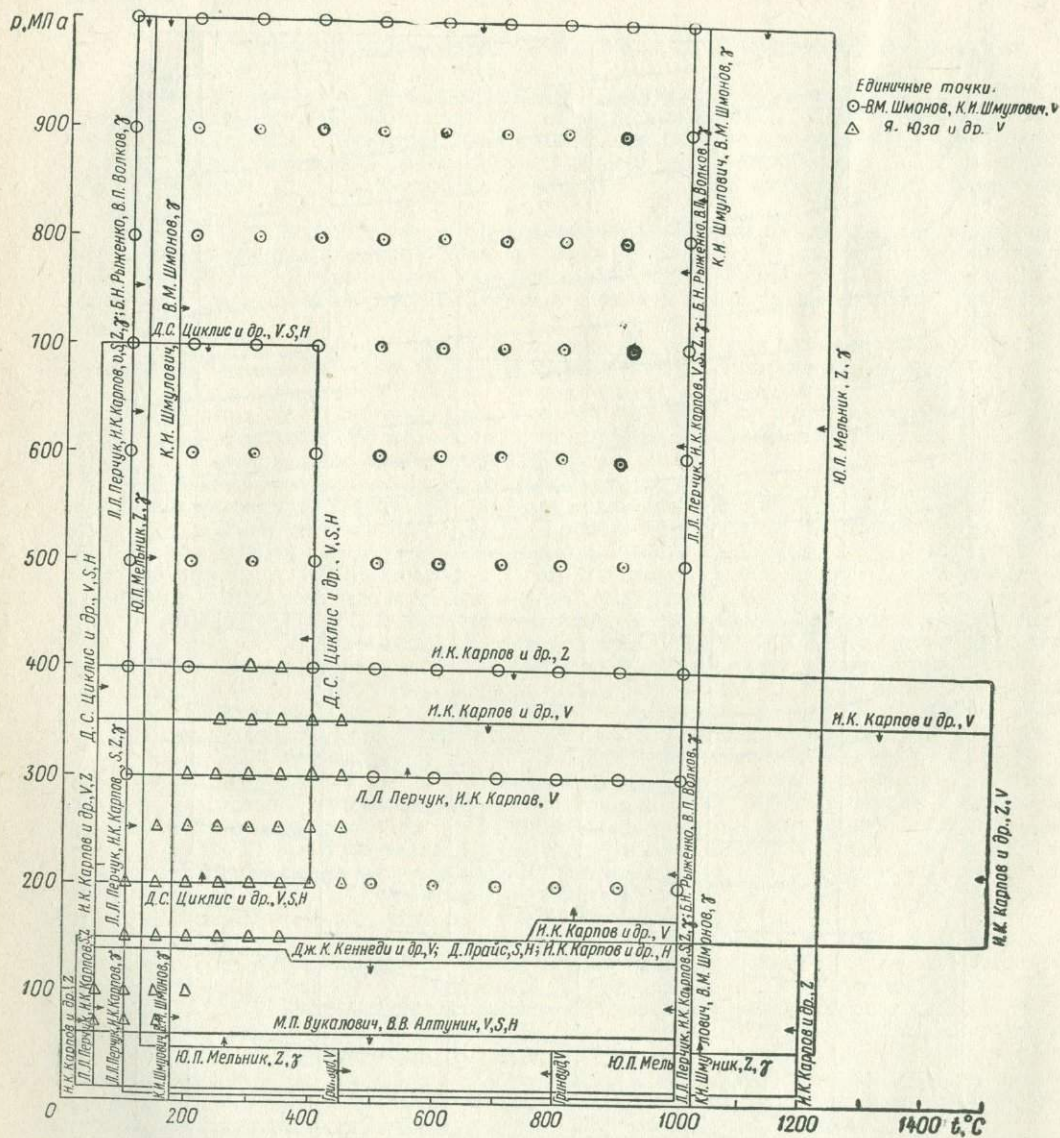


Рис. 5. Пределы изученности свойств CO_2 разными исследователями.

нами по рассчитанным ранее значениям потенциала Гиббса (табл. 19) и значениям энтропии, приводимым Л. Л. Перчуком и И. К. Карповым [61]. Значения энтальпий, полученные таким же путем для диапазона 70—140 МПа, не согласуются с энтальпиями при 60 МПа по М. П. Вукаловичу и В. В. Алтунину. Поэтому по численным значениям ΔH в этих двух сводках нами была выполнена графическая интерполяция величин ΔH для области 60—150 МПа. Таким образом, достаточную для практических расчетов точность по энтальпии следует принимать в областях менее 60 МПа и более 150 МПа, а приведенные в табл. 18 для интервала 70—140 МПа сведения следует применять только для ориентировочных расчетов.

Для проверки надежности разработанной нами системы значений потенциала Гиббса и энтальпии углекислого газа выполнена оценка их погрешностей путем сравнения табличных данных с результатами интегрирования по уравнениям (8), (9), (10), (11), (13). Необходимые для этих вычислений значения приращений V взяты из табл. 17, а коэффициенты a , b , c — из табл. 15. Максимальные погрешности выявились при температуре 1000° С. Для давления 300 МПа они составляют 2,1% для потенциала Гиббса и 2,3% для энтальпии, а при давлении 1000 МПа — соответственно 5,9 и 7,6%.

Потенциалы Гиббса (табл. 19). Для давлений менее 60 МПа значения ΔZ вычислены нами по данным М. П. Вукаловича и В. В. Алтунина [58] аналогично пересчетам для воды. Значения для давлений 70—1000 МПа вычислены нами исходя из данных Л. Л. Перчука и И. К. Карпова [61], причем для температур 300, 800, 900, 1000° С пришлось внести систематическую поправку в данные этих авторов для согласования их при 60 МПа с данными М. П. Вукаловича и В. В. Алтунина.

Коэффициенты фугитивности (табл. 20) в основном табулированы по Л. Л. Перчуку и И. К. Карпову [61]. Проверка их согласованности со значениями потенциала Гиббса показала удовлетворительную сходимость (относительные отклонения не более 1,35% при 100° С и 100 МПа). Значения для 250 и 50° С и для давлений менее 5 МПа, отсутствующие в статье Л. Л. Перчука и И. К. Карпова, вычислены нами по соответствующим приращениям потенциала Гиббса. Приводимые в табл. 20 значения имеют максимальное расхождение с данными В. П. Волкова, Г. И. Рузайкина и Б. Н. Рыженко [2, 21] до 5,5%, что укладывается в рассчитанные Б. Н. Рыженко и В. П. Волковым [21] допустимые пределы погрешности их вычислений ($\pm 10\%$).

Коэффициенты теплопроводности (табл. 21) и динамической вязкости (табл. 22) табулированы по М. П. Вукаловичу и В. В. Алтунину [58].

Фазовая диаграмма (рис. 6) построена по данным справочника С. Кларка [22] и табл. 16. Качественная картина фазовых превращений углекислого газа аналогична таковой для воды. Влияние растворенных веществ на критические параметры изучено недостаточно.

Общая картина изменения ΔZ , ΔH во всем избранном интервале температур и давлений показаны на рис. 7.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАНА

Изученность свойств. Современные сведения по метану очень скудны. Они представлены работами Х. Е. Тестера [72] для диапазона 130—400 К и 1—100 атм, Д. С. Циклиса и др. [71] для диапазона 50—400° С и 2000—10 000 атм; Ю. П. Мельника [18] для диапазона 400—1500 К и 500—10 000 атм. Х. Е. Тестер приводит мольные объемы, энтальпии, энтропии и коэффициенты фугитивности, Д. С. Циклис и соавторы — мольные объемы, приращения энтальпии, энтропии и фугитивности. Оба источника основаны на экспериментальных данных и позволяют вычислить для принятой в данной книге сетки p — T -координат значения удельных объемов, энтальпий, потенциалов Гиббса, коэффициентов фугитивности. В справочнике Ю. П. Мельника даны только значения фугитивности и приращений потенциала Гиббса, полученные расчетным путем по принципу соответственных состояний. Эти данные недостаточны для того, чтобы расширить до 1000° С приводимые Х. Е. Тестером и Д. С. Циклисом значения термодинамических констант, но могут быть использованы для ориентировочных расчетов. В настоящей работе сведения Ю. П. Мельника приведены к принятой координатной сетке и пересчитаны в единицы СИ.

Константы при стандартных условиях и критические параметры (табл. 23) даны по Г. Б. Наумову и др. [49], Х. Е. Тестеру [73], К. Л. Мищенко и А. А. Равделю [13].

Рис. 6. Диаграмма фазовых состояний CO_2 .

Тр. т — тройная точка,
Кр. т — критическая точка.

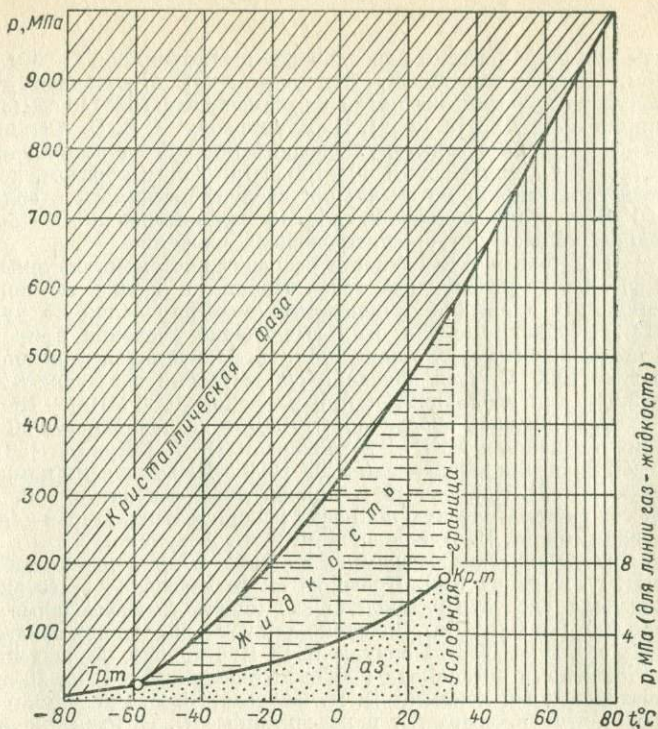
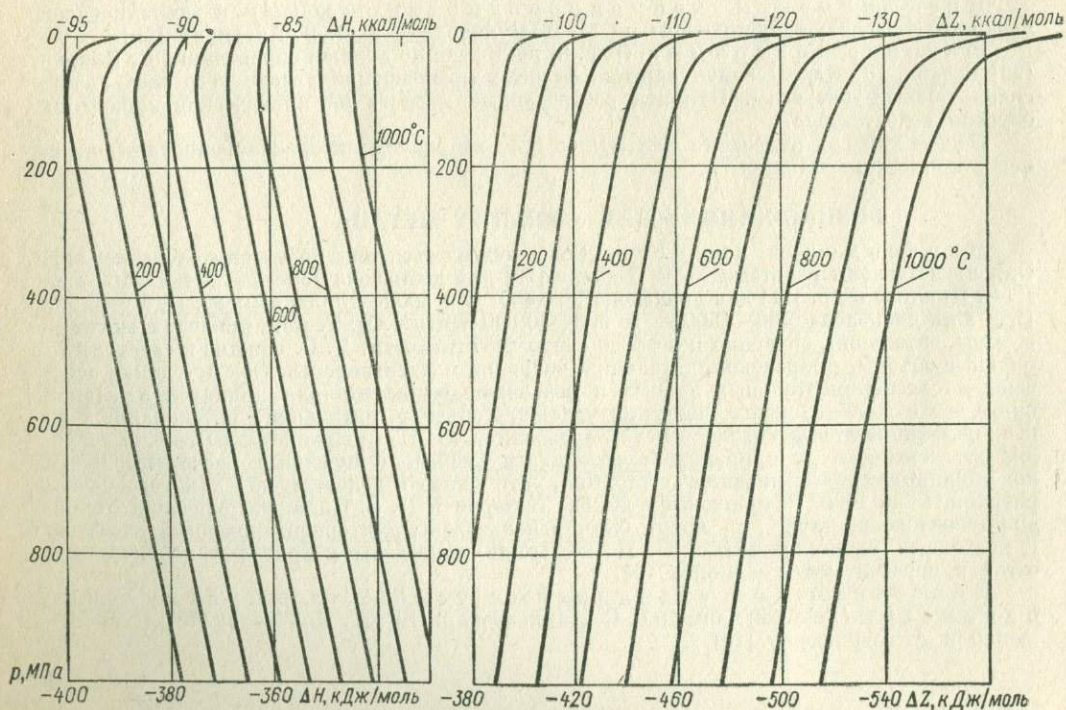


Рис. 7. Значения ΔH и ΔZ для CO_2 в разных p — T условиях.



Удельные объемы (табл. 24) вычислены для давлений менее 100 МПа по данным Х. Е. Тестера [72] путем линейной интерполяции с погрешностью $\pm 1,5\%$. Значения для 300 и 400° С получены путем графической экстраполяции с допущением постоянства коэффициента сжимаемости для выбранных температур (с погрешностью до $\pm 2,5\%$). Значения для давлений более 200 МПа получены путем линейного интерполирования данных Д. С. Циклиса и др. [71] с погрешностью до $\pm 0,95\%$. Значения для $p = 150$ МПа получены графической интерполяцией с погрешностью до $\pm 2\%$.

Мольные энтальпии (табл. 25) вычислены для тех же значений и по тем же источникам, что и удельные объемы. Значения ΔH при $p = 0,1$ МПа для температур ниже 200° С вычислены по данным Х. Е. Тестера, для 300 и 400° С — по величине C_p , приводимой Г. Б. Наумовым и др. [19]. В диапазоне давлений от 1 до 100 МПа ΔH получены графической экстраполяцией данных Х. Е. Тестера. Для давлений свыше 200 МПа энтальпии вычислены по ее приращениям ΔH , приводимым Д. С. Циклисом и др. Значения при $p = 150$ МПа получены интерполяцией. Погрешности приведенных величин не превышают $\pm 0,9\%$.

Коэффициенты фугитивности (табл. 26) вычислены тем же методом и по тем же источникам, что и удельные объемы с погрешностью $\pm 1\%$. Эти сведения имеют значительные расхождения при давлениях более 100 МПа с результатами расчетов В. П. Волкова, Г. И. Рузайкина и Б. Н. Рыженко [2, 21], но приняты нами как основанные на первичных экспериментальных данных Д. С. Циклиса и др.

Потенциалы Гиббса (табл. 27) вычислены по коэффициентам фугитивности (см. табл. 26) по расчетной зависимости (10) (при $T = \text{const}$). При этом исходные значения ΔZ при $p = 0,1$ МПа вычислены по данным Х. Е. Тестера, погрешности приведенных в табл. 27 величин не превышают $\pm 1,6\%$.

Ориентировочные значения коэффициентов фугитивности (см. табл. 26) и приращений потенциала Гиббса (табл. 28) приведены по Ю. П. Мельнику [18]. В этих двух таблицах пересчет давлений с атмосфер на мегапаскали произведен простым округлением, а от шкалы температур по Кельвину к градусам по Цельсию — интерполяцией, что добавляет к погрешностям расчета Ю. П. Мельника дополнительную погрешность в 1,8%.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Термодинамические свойства ионов при бесконечном разведении в водных растворах (табл. 29) и потенциалы Гиббса ионов в водных растворах при повышенных температурах (табл. 30) даются нами выборочно по справочнику Г. Б. Наумова и др. [19]. Все значения приведены в размерностях СИ и практической системы единиц.

II. ТАБЛИЦЫ И ДИАГРАММЫ СВОЙСТВ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИН И ИХ ТОЧНОСТЬ

Во всех таблицах значения в единицах СИ набраны обычным шрифтом, в единицах практической системы — курсивом. В табл. 1, кроме того, использован обычный шрифт и для удельных (объемных) значений энтропии, энтальпии и других параметров минералов. Над каждой таблицей в рамке указаны единицы измерения. Полностью единицы измерения приводимых в таблицах и на диаграммах величин даются ниже.

Величины	СИ	Практическая система
Давление p	МПа	—
Температура t	—	°C
Стандартные молярные потенциалы:		
энтропия S_{298}^0	Дж/(моль·К)	кал/(моль·°C)
энтропия образования ΔS_{298}^0	Дж/(моль·К)	кал/(моль·°C)
энтальпия ΔH_{298}^0	Дж/моль	кал/моль
потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Дж/моль	кал/моль
Молярная теплоемкость:		
стандартная теплоемкость $C_{p, 298}$	Дж/(моль·К)	кал/(моль·°C)
коэффициент a	Дж/(моль·К)	кал/(моль·°C)
коэффициент b	Дж/(моль·К ²)	кал/(моль·°C ²)
коэффициент c	Дж·К/моль	кал·°C ² /моль
Удельные потенциалы:		
энтропия S_{298}^V	Дж/(см ³ ·К)	кал/(см ³ ·°C)
энтропия образования ΔS_{298}^V	Дж/(см ³ ·К)	кал/(см ³ ·°C)
энтальпия ΔH_{298}^V	Дж/см ³	кал/см ³
потенциал Гиббса ΔZ_{298}^V	Дж/см ³	кал/см ³
Удельная теплоемкость:		
стандартная теплоемкость C_p^V	Дж/(см ³ ·К)	кал/(см ³ ·°C)
коэффициент a	Дж/(см ³ ·К)	кал/(см ³ ·°C)
коэффициент b	Дж/(см ³ ·К ²)	кал/(см ³ ·°C ²)
коэффициент c	Дж·К/см ³	кал·°C /см ³
Коэффициент динамической вязкости μ	мкПа·с	—
Коэффициент теплопроводности λ	Дж/(с·м·К)	кал/(с·м·°C)

Все значения теплофизических свойств в таблицах даются унифицированно в джоулях и калориях для предупреждения весьма частой ошибки суммирования в ходе термодинамических расчетов значений с разными единицами измерения. Фактически достоверные значения ΔH и ΔZ соответствуют килоджоулям и килокалориям. Методы вычисления табличных значений и их точность рассмотрены в общей части книги. Шаг таблиц по температурам и давлениям выбран таким образом, что их промежуточные значения могут быть получены линейной интерполяцией с погрешностью не более 0,8%.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЭНТАЛЬПИИ И ПОТЕНЦИАЛА ГИББСА

Приводим ниже коэффициенты для вычисления ΔH_T и ΔZ_T по уравнениям:

$$\Delta H_T = \Delta H_{298}^0 + aA_H + bB_H + cC_H;$$

$$\Delta Z_T = \Delta Z_{298}^0 - [S_{298}^0 (T - 298) + aA_z + bB_z + cC_z].$$

$t, ^\circ\text{C}$	$A_H = T - 298$	$B_H \cdot 10^{-3}$	$C_H \cdot 10^5$	A_z	$B_z \cdot 10^{-3}$	$C_z \cdot 10^5$
50	25	7,77	25,95	1,02	0,31	1,09
100	75	25,17	67,41	8,73	2,81	8,48
150	125	45,08	99,07	23,15	7,81	20,77
200	175	67,49	124,05	43,50	15,31	36,40
250	225	92,40	144,24	69,15	25,31	54,43
300	275	119,81	160,92	99,58	37,81	74,21
350	325	149,71	174,92	134,38	52,81	95,33
400	375	182,12	186,84	173,19	70,31	117,49
450	425	217,03	197,11	215,72	90,31	140,48
500	475	254,44	206,05	261,71	112,81	164,13
550	525	294,35	213,91	310,94	137,81	188,32
600	575	336,75	220,87	363,20	165,31	212,97
650	625	381,66	227,07	418,33	195,31	237,99
700	675	429,07	232,63	476,17	227,81	263,33
750	725	478,98	237,65	536,47	262,81	288,94
800	775	531,39	242,21	599,32	300,31	314,78
850	825	586,29	246,36	664,50	340,31	340,83
900	875	643,70	250,15	731,91	382,81	367,05
950	925	703,61	253,63	801,44	427,81	393,43
1000	975	766,02	256,85	873,03	475,31	419,95
1050	1025	830,93	259,81	946,57	525,31	446,59
1100	1075	898,33	262,57	1022,01	577,81	473,33
1150	1125	968,24	265,12	1099,26	632,81	500,18
1200	1175	1040,65	267,51	1178,27	690,31	527,10
1250	1225	1115,56	269,74	1258,99	750,31	554,11
1300	1275	1192,97	271,82	1341,34	812,81	581,19
1350	1325	1272,87	273,78	1425,28	877,81	608,33
1400	1375	1355,28	275,62	1510,75	945,31	635,53
1450	1425	1440,19	277,36	1597,74	1015,31	662,79
1500	1475	1527,60	278,99	1686,17	1087,81	690,09

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МОЛЬНЫЕ ОБЪ

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c	
							a	b	c		
Ag	Серебро	—	0	0	42,64	0	25,50	21,28	8,53	-1,50	950
AgBr	Бромаргирит	28,99	-100 740 -3 474 -24 100	-97 250 -3 354 -23 265	+107,01 +3,69 +25,6	-11,66 -0,40 -2,79	+52,33 +1,81 +12,52	+33,15 +1,14 +7,93	+64,37 +2,22 +15,40	-0,36	430
AgCl	Хлораргирит (керарги- рит)	25,73	-126 950 -5 051 -30 372	-109 700 -4 363 -26 245	+96,14 +3,83 +23,0	-57,87 -2,30 -13,83	+50,74 +2,02 +12,14	+62,20 +2,48 +14,88	+4,18 +0,17 +1,00	-11,29 -0,45 -2,70	450
α -AgI	Иодаргирит	41,31	-61 780 -1 495 -14 780	-66 130 -1 600 -15 820	+115,37 +2,79 +27,6	+14,71 +0,36 +3,51	+56,76 +1,37 +13,58	+24,33 +0,59 +5,82	+100,74 +2,44 +24,10	—	150
α -Ag ₂ S	Акантит	34,2	-32 560 -952 -7 790	-40 630 -1 188 -9 720	+143,87 +4,20 +34,42	-31,20 -0,91 -7,45	+76,45 +2,23 +18,29	+42,34 +1,23 +10,13	+110,35 +3,22 +26,40	—	175
β -Ag ₂ S	Аргентит	34,8	-29 380 -844 -7 030	-39 500 -1 135 -9 450	+150,48 +4,32 +36,0	+33,43 +0,96 +7,99	— — —	+90,45 +2,59 +21,64	— — —	—	175—725
α -Ag ₂ Te	Гессит	40,86	-35 950 -879 -8 600	-41 800 -1 023 -10 000	+154,66 +3,79 +37,0	+19,93 +0,49 +4,76	+87,36 +2,14 +20,9	+96,56 +2,36 +23,10	— — —	—	150
α -Ag ₂ Se	Науманнит	37,5	-44 310 -1 181 -10 600	-51 000 -1 360 -12 200	+15,06 +0,40 +36,02	+23,19 +0,62 +5,54	+81,68 +2,18 +19,54	+64,16 +1,71 +15,35	+65,12 +1,74 +15,58	—	150
AlAsO ₄ ·2H ₂ O	Мансфильдит	64,06	— — —	-1 707 110 -26 648 -408 400	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—	—
AlCl ₃ ·6H ₂ O	Хлоралюминит	43,59	-2 689 200 -61 693 -643 350	— — —	— — —	— — —	— — —	+319,35 +7,33 +76,4	— — —	—	50
α -AlO(OH)	Диаспор	17,76	-999 020 -56 251 -239 000	-920 440 -51 825 -220 200	+35,19 +1,98 +8,42	-263,16 -14,82 -62,87	+52,71 +2,97 +12,61	— — —	— — —	—	—
γ -AlO(OH)	Бёмит	19,54	-986 860 -50 504 -236 090	-912 330 -4 669 -218 260	+48,36 +2,47 +11,57	-249,99 -12,79 -59,72	+65,54 +3,35 +15,68	+60,32 +3,09 +14,43	+17,56 +0,90 +4,20	—	225
α -Al(OH) ₃	Байерит	31,47	-1 288 280 -40 936 -308 200	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—	—

ТАБЛИЦА 1

ЕМЫ МИНЕРАЛОВ И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
0	42,64	0	25,50	21,28	8,53	-1,50	950
0	10,20	0	6,10	5,09	2,04	-0,36	430
-97 250	+107,01	-11,66	+52,33	+33,15	+64,37	—	430
-3 354	+3,69	-0,40	+1,81	+1,14	+2,22	—	—
-23 265	+25,6	-2,79	+12,52	+7,93	+15,40	—	450
-109 700	+96,14	-57,87	+50,74	+62,20	+4,18	-11,29	450
-4 363	+3,83	-2,30	+2,02	+2,48	+0,17	-0,45	—
-26 245	+23,0	-13,83	+12,14	+14,88	+1,00	-2,70	—
-66 130	+115,37	+14,71	+56,76	+24,33	+100,74	—	150
-1 600	+2,79	+0,36	+1,37	+0,59	+2,44	—	—
-15 820	+27,6	+3,51	+13,58	+5,82	+24,10	—	175
-40 630	+143,87	-31,20	+76,45	+42,34	+110,35	—	175
-1 188	+4,20	-0,91	+2,23	+1,23	+3,22	—	—
-9 720	+34,42	-7,45	+18,29	+10,13	+26,40	—	—
-39 500	+150,48	+33,43	—	+90,45	—	—	175—725
-1 135	+4,32	+0,96	—	+2,59	—	—	—
-9 450	+36,0	+7,99	—	+21,64	—	—	—
-41 800	+154,66	+19,93	+87,36	+96,56	—	—	150
-1 023	+3,79	+0,49	+2,14	+2,36	—	—	—
-10 000	+37,0	+4,76	+20,9	+23,10	—	—	—
-51 000	+15,06	+23,19	+81,68	+64,16	+65,12	—	150
-1 360	+0,40	+0,62	+2,18	+1,71	+1,74	—	—
-12 200	+36,02	+5,54	+19,54	+15,35	+15,58	—	—
-1 707 110	—	—	—	—	—	—	—
-26 648	—	—	—	—	—	—	—
-408 400	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	+319,35	—	—	50
—	—	—	—	+7,33	—	—	—
—	—	—	—	+76,4	—	—	—
-920 440	+35,19	-263,16	+52,71	—	—	—	—
-51 825	+1,98	-14,82	+2,97	—	—	—	—
-220 200	+8,42	-62,87	+12,61	—	—	—	—
-912 330	+48,36	-249,99	+65,54	+60,32	+17,56	—	225
-4 669	+2,47	-12,79	+3,35	+3,09	+0,90	—	—
-218 260	+11,57	-59,72	+15,68	+14,43	+4,20	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c	
								a	b	c		
$\gamma\text{-Al(OH)}_3$	Гидраргиллит, или гиббсит	31,96	-1 293 290 -40 465	-1 155 770 -36 163	+70,01 +2,19	-461,20 -14,43	+93,00 +2,91	+36,16 +1,13	+190,61 +5,96	-	150	
AlPO_4	Берлинит	46,59	-309 400 -1 616 410	-276 500 -1 616 410	+16,75 +90,71	-110,18 -388,30	+22,25 +93,09	+8,65 -	+45,6 -	-	-	
$\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Варисцит	60,60	-37 179 -414 400	-386 700 -2 109 440	+21,70 +134,34	-92,76 -810,40	+22,27 +165,82	-	-	-	-	
Al_2O_3	Корунд	25,57	-351 040 -5 790 -562 450	-34 809 -504 650 -1 580 880	+2,22 +32,14 +50,87	-13,37 -193,60 -312,97	+2,74 +39,67 +78,96	-	+114,66 +4,48	+12,79 +0,50	-35,40 -1,38	1225
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	Алуноген	-	-65 467 -400 480 -8 870 380	-61 825 -378 200 -	+1,99 +12,17 -	-12,24 -74,77 -	+3,09 +18,89 -	+27,43 982 235	+3,06 -	-8,47 -	50	
$\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$	Кианит	44,11	-2 122 100 -2 591 930	-2 449 100 -55 522	+92,08 +2,09	-495,40 -41,23	+121,60 +2,76	+171,59 +3,89	+29,18 +0,66	-52,08 -4,18	1225	
$\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$	Андалузит	51,54	-58 760 -620 080	-585 910 -2 444 050	+22,03 +93,13	-118,35 -494,35	+29,09 +122,60	+41,05 +172,30	+6,98 +26,08	-12,46 -51,08	1325	
$\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$	Силлиманит	49,91	-2 589 680 -50 246 -619 540	-47 420 -584 700 -2 440 070	+1,81 +22,28 +96,10	-9,59 -118,10 -491,38	+2,38 +29,33 +122,47	+3,34 +41,22 +164,27	+0,51 +6,24 +33,61	-0,99 -12,22 -46,06	1225	
$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{13}$	Муллит	-	-2 586 580 -51 824 -618 800	-48 889 -583 750 -6 430 090	+1,93 +22,99 +254,14	-9,85 -117,38 -1171,47	+2,45 +29,30 +325,79	+3,29 +39,30 +465,19	+0,67 +8,04 +54,59	-0,92 -11,02 -138,44	1725	
$\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{16})(\text{OH})_8$	Каолин	-	-1 629 900 -8 189 460	-1 538 300 -7 549 080	+60,8 +405,46	-279,79 -2148,25	+77,94 +490,06	+111,29 -	+13,06 -	-33,12 -	-	
$\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$	Дижкит	198,62	-1 959 200 -8 186 950	-1 806 000 -7 542 810	+97,0 +393,76	-513,09 -2159,95	+117,24 +478,53	-	-	-	-	
$\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$	Галлуазит	-	-41 219 -1 958 600	-37 976 -1 804 500	+1,98 +94,2	-10,87 -515,99	+2,41 +114,84	-	-	-	-	
As	Мышьяк	-	-8 152 250	-7 511 880	+406,30	-2147,41	+492,07	-	-	-	-	
			-1 950 300 0 0	-1 797 100 0 0	+97,2 +35,57 +8,51	-512,89 0 0	+117,72 +24,66 +5,90	-	+21,86 +9,28 +2,22	-	825	

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
AsS	Реальгар	29,82	-36 370 -1 219	-35 410 -1 177	+63,45 +2,13	-3,89 -0,13	+46,98 +1,58	-	-	-	-
α -As ₂ O ₃	Арсенолит	51,12	-8 700 -665 460 -13 017	-8 400 -587 710 -11 496	+15,18 +116,58 +2,28	-0,93 -261,80 -5,12	+11,24 +95,55 +1,87	-	+34,99	+203,15	275
β -As ₂ O ₃	Клаудетит	46,39	-159 200 -663 370 -14 299	-140 600 -588 540 -12 686	+27,89 +126,65 +2,73	-62,54 -251,73 -5,43	+22,86 -	+8,37	+48,6	-	-
As ₂ S ₃	Аурипигмент	70,52	-158 700 -961 400 -13 633	-140 800 -95 300 -1 351	+30,3 +163,44 +2,32	-60,14 -3,01 -0,04	-	+116,20 +1,65	-	-	-
Au	Золото	-	-23 000 0	-22 800 0	+39,1 +47,53	-0,73 0	+27,8 +25,33	-	+23,66	+5,18	1050
α -AuSb ₂	Ауростибит	44,47	0 -13 040	0 -	+11,37 -	0 -	+6,06 -	+5,66 +71,56	+1,24 +19,44	-	350
α -BaCO ₃	Витерит	45,81	-293 -3 120 -1 199 910	-	-	-	-	+1,61 +17,12	+0,44 +4,65	-	-
Ba(NO ₃) ₂	Нитробарит	80,93	-287 060 -977 580 -12 079	-268 400 -782 950 -9 674	+26,8 +213,60 +2,64	-62,48 -652,81 -8,07	+20,40 +151,23 +1,87	+21,50 +125,61 +1,55	+11,06 +149,23 +1,84	-16,34 -0,35 -3,91	800
BaSO ₄	Барит	52,11	-977 580 -233 870 -1 455 980	-782 950 -187 310 -1 345 670	+2,64 +51,1 +132,09	-8,07 -155,95 -369,95	+1,87 +36,18 +101,66	+1,55 +30,05 +141,28	+1,84 +35,70	-16,76 -0,21 -35,24	600
Ba ₂ (Si ₄ O ₁₀)	Санборнит	-	-27 940 -348 320 -5 060 470	-25 823 -321 930 -4 787 770	+2,53 +31,6 +350,98	-7,10 -88,39 -914,63	+1,95 +24,32 +267,94	+2,71 +33,80	-	-0,68 -8,43	1000
BeAl ₂ O ₄	Хризоберилл	34,32	-1 210 640 -2 297 330 -66 938	-1 145 400 -2 175 270 -63 381	+73,2 +66,21 +1,93	-218,45 -409,58 -11,93	+64,1 +105,29 +3,07	-	-	-	-
BiAsO ₄	Рузвельтит	-	-549 600 -	-520 400 -613 000	+15,84 -	-97,85 -	+25,19 -	-	-	-	-
BeO	Бромеллит	8,315	-613 000 -146 650 -577 550	-613 000 -146 650 -577 550	-	-	-	-	-	-	-
			-72 968 -145 150	-69 458 -138 170	+1,69 +3,37	-11,77 -23,38	+3,07 +6,11	+4,37 +8,69	+1,82 +3,62	-13,58 -1,63 -3,25	725

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
Be ₂ (SiO ₄)	Фенакит	37,20	-2 142 670 -57 598	-2 028 000 -54 516	+64,25 +1,73	-383,28 -10,30	+95,47 +2,57	+402,95 +2,77	+23,62 +0,63	-58,73 -1,58	—
Bi	Висмут	—	-512 600 0	-485 300 0	+15,37 56,85	-91,56 0	+22,84 +26,00	+24,63 +18,77	+5,65 +22,57	-14,05 —	275
BiOCl	Бисмоклит	33,81	0 -36 909 -10 916	0 -319 020 -9 435	13,6 +102,83 +3,04	0 -167,80 -4,96	+6,22 — —	+4,49 — —	+5,40 — —	— — —	—
Bi ₂ O ₃	Бисмит	49,51	-88 300 -573 330 -11 580	-76 320 -493 240 -9 962	+24,6 +151,32 +3,06	-40,09 -269,62 -5,45	— +113,40 +2,29	— +103,41 +2,09	— +33,44 +0,68	— — —	525
Bi ₂ S ₃	Висмутин	75,529	-137 160 -155 500 -2 058	-118 000 -152 900 -2 024	+36,2 +200,22 +2,65	-64,41 -8,79 -0,12	+27,13 +122,06 +1,62	+27,74 +90,43 +1,19	+8,00 +54,76 +0,73	— — —	750
Bi ₂ Te ₃	Теллуrowисмутит	101,86	-37 200 -78 540 -771	-36 600 -75 240 -738	+47,9 +250,80 +2,46	-2,10 -11,25 -0,11	+29,2 +124,15 +1,22	+21,6 +112,61 +1,11	+13,1 +469,80 +4,61	— — —	500
B(OH) ₃	Сассолин	—	-18 790 -1 093 150	-18 000 -967 880	+60,0 +88,74	-2,69 -420,03	+29,7 +81,30	+26,94 —	+11,24 —	— —	—
C	Графит	—	-261 520 0	-231 550 0	+21,23 +5,73	-100,32 0	+19,45 +8,53	— +16,84	— +4,76	— -8,53	2225
C	Алмаз	—	0 +1 890	0 +2 900	+1,37 +2,37	0 2,37	+2,04 +6,10	+4,03 +9,49	+1,14 +1,28	-2,04 -6,44	925
α -Ca(Al ₂ Si ₂ O ₈)	Анортит	100,73	+453 -4 219 290 -41 887	+693 -3 994 830 -39 658	+0,568 +202,31 +2,01	0 -752,90 -7,47	+1,46 +210,92 +2,09	+2,27 +269,27 +2,67	3,06 +57,27 +0,57	-1,54 -70,60 -0,70	1425
(Ca _{0,8} Na _{0,2})(Al _{1,8} Si _{2,2} O ₈)	Битовнит	—	-1 009 400 -4 180 000	-955 700 -3 955 950	+48,4 +203,82	-179,86 -751,42	+50,47 —	+64,42 +267,02	+13,70 +57,43	-16,89 -69,01	1125
(Ca _{0,5} Na _{0,5})(Al _{1,5} Si _{2,5} O ₈)	Лабрадор	—	-1 000 000 -4 068 390	-946 400 -3 845 180	+48,76 +206,07	-179,51 -749,19	— —	+63,88 +263,59	+13,74 +58,10	-16,51 -66,67	1125
(Ca _{0,4} Na _{0,6})(Al _{1,4} Si _{2,6} O ₈)	Андезин	—	-973 300 -4 037 880	-919 900 -3 814 670	+49,30 +206,83	-178,98 -748,46	— —	+63,06 +265,81	+13,90 +53,63	-15,95 -68,38	625
			-966 000	-912 600	+49,48	-178,80	—	+63,59	+12,83	-16,36	

Дж/моль
Дж/см³
ккал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
$(Ca_{0,2}Na_{0,8})(Al_{1,2}Si_{2,8}O_8)$	Олигоклаз	—	-3 973 510	-3 750 710	+208,33	-746,98	—	+260,16	+57,93	-64,33	1125
$CaAl_2Si_2O_8$	«Анортит» аморфный	—	-4 147 400	-4 897 300	+49,84	-178,45	—	+62,24	+13,86	-15,39	725
$Ca(Al_2Si_2O_8)2H_2O$	Лавсонит	102,91	-4 854 650	-4 501 860	+237,42	-1183,52	+284,91	+66,46	+11,84	-18,22	—
$Ca(BO_2)_2$	Кальциборит	46,55	-2 028 590	-1 921 800	+104,92	-358,13	+103,87	+129,66	+40,80	-33,73	1175
$CaCl_2$	Гидрофилит	51,04	-793 360	-748 430	+113,70	-150,71	+72,52	+71,81	+12,71	-2,51	750
$CaCO_3$	Кальцит	36,94	-1 205 680	-1 127 260	+91,62	-263,02	+83,39	+104,42	+21,90	-25,92	925
$CaCO_3$	Арагонит	34,16	-1 205 850	-1 126 300	+87,90	-266,74	+82,26	+84,14	+42,80	-13,96	425
$\alpha-CaF_2$	Флюорит	24,54	-1 227 600	-1 174 870	+68,80	-175,30	+66,96	+59,77	+30,43	-1,96	1150
$CaHPO_4$	Монетит	—	-1 811 440	-1 678 390	+111,27	-446,33	+109,93	+14,30	+7,28	-0,47	—
$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	Брушит	76,23	-2 400 410	-2 151 700	+189,27	-834,06	+196,88	—	—	—	—
$CaMg(CO_3)_2$	Доломит	64,35	-2 312 380	-2 149 860	+155,04	-545,22	+157,38	—	—	—	—
$CaMg(SiO_4)$	Монтчеллит	51,37	-2 261 000	-2 029 120	+142,96	-583,46	+166,36	+144,38	+38,50	-28,46	—
$CaMg(Si_2O_6)$	Диопсид	66,10	-3 203 090	-3 029 120	+142,96	-583,46	+166,36	+2,81	+0,75	-0,55	1325

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^3$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
CaMg(Si ₂ O ₆)	«Дионсид» аморфный	—	—3 109 920	—	—	—	—	+214,52	+43,05	—55,34	725
			—744 000	—	—	—	—	+51,32	+10,30	—13,24	—
CaMn(SiO ₄)	Ортосиликат искусственный	—	—2 022 070	—	—	—	—	—	—	—	—
			—483 750	—	—	—	—	—	—	—	—
CaMoO ₄	Повеллит	47,01	—1 544 510	—1 437 920	+122,47	—357,37	+114,24	—	—	—	—
			—32 854	—30 587	+2,61	—7,60	+2,43	—	—	—	—
			—369 500	—344 000	+29,3	—85,37	+27,33	—	—	—	—
CaNb ₂ O ₆	Ферсмит	—	—2 705 710	—2 534 330	+154,24	—574,66	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—647 300	—606 300	+36,9	—137,25	—	—	—	—	—
CaO	Окись кальция искусственная	16,76	—634 480	—603 340	+39,71	—104,37	+42,80	+48,78	+4,51	—6,52	1725
			—37 856	—35 998	+2,37	—6,23	+2,55	+2,91	+0,27	—0,39	—
			—151 790	—144 340	+9,5	—24,93	+10,24	+11,67	+1,08	—1,56	—
Ca(OH) ₂	Портландит	33,06	—983 680	—896 150	+83,31	—293,64	+87,40	+79,71	+45,14	—	525
			—29 754	—27 106	+2,52	—8,88	+2,64	+2,41	+1,37	—	—
			—235 330	—214 390	+19,93	—70,15	+20,91	+19,07	+10,80	—	—
CaS	Ольдгамит	27,72	—	—	+56,43	—17,01	+47,36	+42,64	+16,88	—	725
			—	—	+2,04	—0,61	+1,71	+1,54	+0,61	—	—
			—	—	+13,5	—4,06	+11,33	+10,20	+3,80	—	—
CaSO ₄	Ангидрит	45,94	—1 432 000	—1 320 540	+106,59	—376,51	+99,57	+70,14	+98,65	—	1200
			—31 171	—28 744	+2,32	—8,20	+2,17	+1,53	+2,15	—	—
			—342 780	—315 920	+25,5	—89,95	+23,82	+16,78	+23,60	—	—
α -CaSO ₄ ·0,5H ₂ O	Бассанит	—	—1 575 060	—1 459 910	+130,42	—469,08	+119,30	+70,85	+12,54	—	175
			—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—376 810	—349 260	+31,2	—112,04	+28,54	+16,95	+3,00	—	—
β -CaSO ₄ ·0,5H ₂ O	Гидросульфат кальция искусственный	—	—1 572 970	—1 458 940	+134,18	—465,32	+124,10	+47,99	+254,98	—	175
			—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—376 310	—349 030	+32,1	—111,14	+29,69	+11,48	+61,00	—	—
CaSO ₄ ·2H ₂ O	Гипс	74,31	—2 020 530	—1 795 000	+193,95	—754,88	+185,84	+91,29	+317,68	—	125
			—27 190	—24 155	+2,61	—10,16	+2,50	+1,23	+4,28	—	—
			—483 380	—429 540	+46,4	—180,33	+44,46	+21,84	+76,00	—	—
CaSiO ₃	Волластонит	39,94	—1 633 380	—1 548 150	+81,93	—285,79	+85,19	+111,35	+15,05	—27,25	1175
			—33 384	—38 761	+2,05	—7,15	+2,13	+2,78	+0,37	—0,68	—
			—390 760	—370 370	+19,6	—68,27	+20,38	+26,64	+3,60	—6,52	—
CaSiO ₃	Псевдоволластонит	40,08	—1 630 030	—1 546 430	+87,36	—280,36	+86,40	+108,05	+16,47	—23,62	1425
			—40 669	—38 583	+2,17	—6,99	+2,15	+2,69	+0,41	—0,58	—
			—389 960	—369 960	+20,9	—66,98	+20,67	+25,85	+3,94	—5,65	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
α -CaTiO ₃	Перовскит	33,63	-1 660 300 -49 369 -397 200	-1 575 020 -46 833 -376 800	+93,67 +2,79 +22,41	-285,75 -8,50 -68,26	+97,56 +2,90 +23,34	+127,36 +3,79 +30,47	+5,68 +0,17 +1,36	-27,96 -0,83 -6,69	1275
CaTi(SiO ₄)O	Сфен	55,70	-2 600 420 -46 686 -622 110	-2 459 130 -44 149 -588 310	+129,16 +2,32 +30,9	-473,90 -8,51 -113,21	+138,82 +2,49 +33,21	+177,19 +3,18 +42,39	+23,16 +0,42 +5,54	-40,50 -0,73 -9,69	1470
CaWO ₄	Шеезит	47,05	-1 639 400 -3 484 -392 200	-1 532 810 -3 257 -366 700	+126,24 +2,68 +30,2	-357,69 -7,60 -85,45	+114,24 +2,43 +27,33	+110,69 +2,35 +26,48	+45,77 +0,97 +10,95	-	800
Ca ₂ Al(AlSiO ₇)	Геленит	90,25	-3 983 120 -44 134 -952 900	-3 781 100 -41 895 -904 570	+198,13 +2,20 +47,4	-677,52 -7,51 -161,85	+205,24 +2,27 +49,10	+266,43 +2,95 +63,74	+33,44 +0,37 +8,00	-63,20 -0,70 -15,12	1425
Ca ₂ (AlSi ₂ O ₆) ₄ · 7H ₂ O	Леонгардит	—	-14 204 050 -3 398 100	-13 156 550 -3 147 500	+921,27 +220,4	-3513,76 -839,23	+953,04 +228,0	-	-	-	—
Ca ₂ Mg(Si ₂ O ₇)	Акерманит	92,82	-3 873 560 -41 731 -926 690	-3 676 310 -39 606 -879 500	+209,00 +2,25 +50,0	-661,50 -7,13 -158,03	+211,80 +2,28 +50,67	+251,18 +2,71 +60,09	+47,65 +0,51 +11,40	-47,65 -0,51 -11,40	1425
Ca ₂ Mg ₅ (Si ₄ O ₁₁) ₂ (OH) ₂	Тремолит	272,95	-12 346 460 -45 233 -2 953 700	-11 601 170 -46 166 -2 775 400	+548,42 +2,00 +131,2	-2437,01 -8,85 -582,18	+655,01 +2,39 +156,7	-	-	-	—
β -Ca ₂ (SiO ₄)	Ларнит	51,60	-2 305 230 -44 675 -551 490	-2 190 650 -42 454 -524 080	+127,49 +2,47 +30,5	-384,32 -7,45 -91,81	+128,49 +2,49 +30,74	+145,76 +2,82 +34,87	+40,71 +0,79 +9,74	-26,17 -0,51 -6,26	700
γ -Ca ₂ (SiO ₄)	Бредингит	58,63	-2 315 720 -39 497 -554 000	-2 199 100 -37 508 -526 100	+120,38 +2,05 +28,8	-391,43 -6,68 -93,51	+126,69 +2,16 +30,31	+133,17 +2,27 +31,86	+51,50 +0,88 +12,32	-19,39 -0,33 -4,64	850
Ca ₃ Mg(SiO ₄) ₂	Мервинит	48,85	-4 563 180 -93 412 -1 091 670	-4 336 080 -88 763 -83 763	+252,89 +5,18 +60,5	-761,70 -13,59 -181,96	+252,01 +5,16 +60,29	+305,01 +6,24 +72,97	+49,99 +1,02 +11,96	-60,36 -1,24 -14,44	1425
Ca ₃ (Si ₂ O ₇)	Ранкинит	95,82	-3 952 520 -44 249 -945 580	-3 753 100 -39 168 -897 870	+210,67 +2,21 +50,4	-668,86 -6,98 -159,79	+214,18 +2,24 +51,24	+267,52 +2,79 +64,00	+37,83 +0,39 +9,05	-69,39 -0,72 -16,6	725
β -Ca ₃ (PO ₄) ₂	Витлокит	98,01	-4 124 480 -42 051 -986 000	-3 885 730 -39 646 -929 600	+235,75 +2,41 +56,4	-790,68 -8,07 -188,89	+227,60 +2,32 +54,45	-	-	-	—
Ca ₄ (Si ₂ O ₇)F ₂	Куспидин	112,94	-5 235 450 -46 356 -1 252 500	-4 983 810 -44 127 -1 192 300	+279,64 +2,48 +66,9	-844,08 -7,47 -201,64	-	-	-	-	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^6$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
Ca ₅ (PO ₄) ₃ F	Апатит	157,50	-6 881 110	-6 501 150	+387,48	-1274,26	+370,58	+472,43	+60,36	-102,03	1225
			-43 661	-4 125	+2,46	-8,09	+2,35	+3,00	+0,38	-0,65	
Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH)	Апатит	159,66	-1 646 200	-1 555 300	+92,7	-304,41	+89,85	+113,02	+14,44	-24,41	1225
			-6 735 030	-6 336 040	+389,99	-1338,13	+384,56	+477,60	+82,80	-106,57	
CdCO ₃	Отавит	34,30	-42 183	-39 684	+2,44	-8,38	+2,40	+2,99	+0,51	-0,66	
			-1 611 250	-1 515 800	+93,3	-319,67	+92,00	+114,26	+19,81	-25,50	225
CdO	Монтенонит	15,59	-673 610	-673 610	+97,39	-267,29	—	+47,65	+119,13	—	
			-753 320	-19 638	+2,83	-7,79	—	+1,38	+3,43	—	
β-CdS	Гривокит	29,94	-21 962	-161 150	+23,3	-63,85	—	+11,40	+28,50	—	
			-180 220	-228 140	+54,76	-99,36	+43,39	+40,88	+8,44	—	
CdSe	Кадмоселит	33,73	-257 780	-14 633	+3,51	-6,37	+2,78	+2,62	+0,54	—	
			-16 534	-54 580	+13,1	-23,74	+10,38	+9,78	+2,02	—	
CeF ₃	Флюоцерит	33,02	-61 670	-147 140	+68,13	-15,35	—	+53,92	+3,76	—	1000
			-151 730	-4 914	+2,28	-0,51	—	+1,80	+0,13	—	
CeO ₂	Церианит	23,86	-5 067	-35 200	+16,3	-3,67	—	+12,9	+0,9	—	
			-36 300	-136 690	+96,56	+2,76	—	+49,95	+6,27	—	
CePO ₄	Монацит	45,11	-135 850	-4 052	+2,86	+0,08	—	+1,48	+0,19	—	
			-4 027	-32 700	+23,1	+0,65	—	+11,95	+1,50	—	
CoAs	Моддерит	16,33	-32 500	-1 599 690	+115,12	-264,40	+92,63	+74,82	+42,38	-4,60	1450
			-1 676 600	-48 446	+3,49	-8,01	+2,81	+2,27	+1,28	-0,14	
CoAs ₂	Саффорит	27,92	-50 775	-382 700	+27,54	-63,16	+22,16	+17,90	+10,14	-1,10	
			-401 100	-1 024 350	+62,24	-218,33	+61,57	+70,93	+8,44	-10,62	1525
CoCO ₃	Сферокобальтит	28,22	-1 087 650	-42 931	+2,61	-9,15	+2,58	+2,97	+0,35	-0,45	
			-45 580	-245 060	+14,89	-52,16	+14,73	+16,97	+2,02	-2,54	
CoCr ₂ O ₄	Шпинелид искусственный	—	-260 180	-1 814 330	+114,95	-411,50	+93,21	—	—	—	
			-1 941 610	-40 220	+2,55	-9,12	+2,07	—	—	—	
			-43 041	-434 050	+27,5	-98,30	+22,3	—	—	—	
			-464 500	-49 320	+59,4	-6,22	—	—	—	—	
			-51 000	-3 020	+3,64	-0,38	—	—	—	—	
			-3 123	-11 800	+14,2	-1,49	—	—	—	—	
			-12 200	-96 560	+100,32	-0,83	—	—	—	—	
			-83 180	-3 458	+3,59	-0,02	—	—	—	—	
			-2 979	-23 100	+24,0	-0,20	—	—	—	—	
			-19 900	-639 540	+88,53	-254,45	+79,42	—	—	—	
			-715 410	-22 622	+3,13	-8,82	+2,81	—	—	—	
			-25 351	-153 000	+21,18	-60,79	+19,0	—	—	—	
			-171 150	-1 326 230	+134,60	-352,55	—	—	—	—	
			-1 430 140	—	—	—	—	—	—	—	
			-342 140	-317 280	+32,2	-84,20	—	—	—		

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0
Co(OH) ₂	Трансваалит	—	—
β-CoS	Джайпурит	22,916	—82 760 —3 612 —19 800
CoSO ₄ ·7H ₂ O	Биберит	148,04	—2 976 740 —20 107 —712 140
CoS ₂	Каттерит	25,53	—134 180 —5 255 —32 100
Co ₂ (SiO ₄)	Ортосиликат искусственный	—	—
Co ₃ (AsO ₄) ₂ ·8H ₂ O	Эритрин	188,05	—
Co ₃ S ₄	Линнеит	62,55	—306 810 —4 905 —73 400
Cu	Медь	—	0 —
CuCl	Нантоцит	23,78	—136 270 —5 730 —32 600
CuCl ₂	Меланоталлит	—	—215 810 —
α-CuFeO ₂	Делафоссит	82,05	—51 630 —530 440 —6 464 —126 900
CuFeS ₂	Халькопирит	42,84	—176 810 —4 127 —42 300
CuJ	Маршит	33,02	—

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
—459 210	—	—	—	—	—	—	—
—109 860	—	—	—	—	—	—	—
—84 440	+62,28	+0,50	—	+44,31	+10,49	—	1100
—3 685	+2,72	+0,00	—	+1,93	+0,46	—	—
—20 200	+14,9	+0,12	—	+10,60	+2,51	—	—
—2 471 130	+405,67	—1707,48	+390,12	+402,95	—	—	30
—16 692	+2,74	—11,53	+2,64	+2,72	—	—	—
—591 180	+97,05	—407,90	+93,33	+96,4	—	—	—
—137 100	+103,25	+9,70	—	—	—	—	—
—5 370	+4,04	+0,38	—	—	—	—	—
—32 800	+24,7	+2,32	—	—	—	—	—
—	+158,42	—330,07	+134,48	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—3 527 080	+37,9	—78,83	+32,10	—	—	—	—
—18 756	—	—	—	—	—	—	—
—843 800	—	—	—	—	—	—	—
—323 110	+274,21	+57,10	—	—	—	—	—
—5 165	+4,38	+0,91	—	—	—	—	—
—77 300	+65,6	+13,64	—	—	—	—	—
0	+33,31	0	+24,49	+22,61	+6,27	—	480
—	—	—	—	—	—	—	—
0	+7,97	0	+5,86	+5,41	+1,50	—	—
—119 130	+86,94	—57,74	—	+24,58	+80,26	—	480
—5 009	+3,66	—2,43	—	+1,03	+3,38	—	—
—28 500	+20,8	—13,79	—	+5,88	+19,20	—	—
—171 670	+107,97	—148,08	+71,81	+64,45	+50,16	—	525
—	—	—	—	—	—	—	—
—41 070	+25,83	—35,37	+17,18	+15,42	+12,00	—	—
—477 770	+88,62	—176,65	+79,96	+95,51	+10,62	—16,64	800
—5 822	+1,08	—2,15	+0,97	+1,16	+0,13	—0,20	—
—114 300	+21,2	—42,20	+19,13	+22,85	+2,54	—3,98	—
—178 490	+118,29	—5,69	—	+100,32	—	—	50
—4 166	+2,76	—0,13	—	+2,34	—	—	—
—42 700	+28,3	—1,36	—	+24,0	—	—	—
—	+96,56	—5,23	+54,00	+50,58	+11,95	—	400
—	+2,92	—0,15	+1,63	+1,53	+0,36	—	—
—	+23,1	—1,25	+12,92	+12,1	+2,86	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0
CuO	Тенорит	12,22	-155 620 -12 734 -37 230
CuS	Ковеллин	20,427	-53 090 -2 599 -12 700
CuSO ₄	Халькоцианит	40,83	-769 120 -18 837 -184 000
CuSO ₄ ·5H ₂ O	Халькантит	109,08	-2 276 760 -20 872 -544 680
CuSe	Клокманит	23,257	-39 500 -1 698 -9 450
CuSeO ₃ ·2H ₂ O	Халькоменит	67,42	-982 720 -14 576 -235 100
CuSiO ₃ ·H ₂ O	Диоптаз	—	-1 357 660 — -324 800
α -Cu _{1,8} Se	Берцелианит	30,15	-55 300 -1 830 -13 230
Cu ₂ (CO ₃)(OH) ₂	Малахит	54,86	-1 047 510 -19 094 -250 600
Cu ₂ ⁺ Cu ²⁺ Se ₂	Умангит	52,8	-98 810 -1 871 -23 640
Cu ₂ O	Куприт	23,44	-170 670 -7 281 -40 830
α -Cu ₂ S	Халькозин	27,48	-79 420 -2 856 -19 000
Cu ₃ (AsO ₄) ₂ 6H ₂ O	Хлоротил	—	— — —

Стандартный потенциал Гиббса ΔF_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^6$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
-127 370	+42,59	-93,13	+42,26	+48,19	+7,86	-7,36	1125
-10 463	+3,49	-7,62	+3,46	+3,94	+0,64	-0,60	
-30 590	+10,19	-22,25	+10,11	+11,53	+1,88	-1,76	1000
-53 500	+66,46	+1,38	+47,78	+44,31	+11,03	—	
-2 619	+3,25	+0,07	+2,34	+2,17	+0,54	—	
-12 800	+15,9	+0,33	+11,43	+10,6	+2,64	—	
-661 070	+112,02	-362,72	+98,77	+78,46	+71,90	—	625
-16 190	+2,74	-8,88	+2,42	+1,92	+1,76	—	
-158 150	+26,8	-86,65	+23,63	+18,77	+17,20	—	
-1 877 780	+300,96	-1338,10	—	—	—	—	—
-17 214	+2,76	-12,27	—	—	—	—	—
-449 230	+72,0	-319,66	—	—	—	—	—
-41 590	+82,76	+7,36	—	—	—	—	—
-1 788	+3,56	+0,32	—	—	—	—	—
-9 950	+19,8	+1,76	—	—	—	—	—
-816 600	+292,18	-556,19	—	—	—	—	—
-12 112	+4,33	-8,25	—	—	—	—	—
-195 360	+69,9	-132,87	—	—	—	—	—
-1 206 350	+86,53	-505,70	+117,75	—	—	—	100
-288 600	+20,7	-120,78	Ок. +28,17	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-900 410	+221,54	-493,33	—	—	—	—	—
-16 412	+4,04	-8,99	—	—	—	—	—
-215 410	+53,0	-117,85	—	—	—	—	—
-108 260	+216,11	—	—	—	—	—	—
-2 050	+4,09	—	—	—	—	—	—
-25 900	+51,7	—	—	—	—	—	—
-147 800	+92,29	-76,74	+62,53	+58,85	+24,58	-3,18	1250
-6 305	+3,94	-3,27	+2,67	+2,51	+1,05	-0,14	
-35 360	+22,08	-18,33	+14,96	+14,08	+5,88	-0,76	
-86 110	+120,80	+22,41	+76,24	+81,51	—	—	100
-3 097	+4,35	+0,81	+2,74	+2,93	—	—	
-20 600	+28,9	+5,35	+18,24	+19,50	—	—	
-2 729 120	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-652 900	—	—	—	—	—	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c	
								a	b	c		
$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	Азурит	91,02	-1 626 020 -17 864 -389 000	-1 429 560 -15 706 -342 000	+402,12 +4,42 +96,2	-659,04 -7,24 -157,44	—	—	—	—	—	—
$Cu_4Cl_2(OH)_6$	Атакамит	56,83	—	-1 340 110 -23 581 -320 600	—	—	—	—	—	—	—	—
Cr_2O_3	Эсколаит	28,48	-1 139 890 -40 024 -272 700	-1 058 380 -37 162 -253 200	+81,09 +2,85 +19,4	-273,63 -9,61 -65,37	+118,63 +4,17 +28,38	+119,25 +4,19 +28,53	+9,20 +0,32 +2,20	-15,62 -0,55 -3,74	1500	
α -Fe	Железо	—	0	0	+27,13	0	+24,95	+12,71	+31,68	-2,51	750	
$Fe_{0,87}S$	Пирротин	—	—	—	+6,49 +60,73	0 +5,17	+5,97 +49,82	+3,04	+7,58	-0,60	—	
$Fe_{0,95}O$	Вюстит	12,05	-266 010 -22 075 -63 640	-244 910 -20 324 -58 590	+14,53 +57,43 +4,77	+1,23 -70,75 -5,87	+11,92 +48,07 +3,99	—	+48,74 +8,36 +0,69	-2,80 -0,23	1375	
$FeAl_2O_4$	Герцинит	40,82	-1 973 210 -48 339 -472 060	-1 857 760 -45 511 -444 440	+106,17 +2,60 +25,4	-387,22 -9,49 -92,50	+123,43 +3,02 +29,53	+90,16 +2,21 +21,57	+111,56 +2,73 +26,69	—	1025	
$FeAsO_4 \cdot 2H_2O$	Скородит	63,89	—	-1 258 600 -19 699 -301 100	—	—	—	—	—	—	—	
$FeAsS$	Арсенопирит	26,42	-105 340 -3 987 -25 200	-109 500 -4 144 -26 200	+108,26 +4,10 +25,9	+13,79 +0,52 +3,29	—	+62,82 +2,38 +15,03	+40,55 +1,53 +9,7	-1,42 -0,05 -0,34	725	
$FeAs_2$	Леллингит	27,51	-43 470 -1 380 -10 400	-52 040 -1 891 -12 450	+127,07 +4,62 +30,4	+28,80 +1,05 +6,88	—	+74,40 +2,70 +1,78	—	—	100	
$FeCl_2$	Лавренсит	39,36	-341 510 -9 392 -81 700	-302 760 -8 326 -72 430	+117,83 +3,24 +28,19	-132,04 -3,63 -31,54	+76,58 +2,11 +18,32	+79,17 +2,18 +18,94	+8,69 +0,24 +2,08	-4,89 -0,13 -1,17	675	
$FeCl_3$	Молизит	52,87	-399 110 -7 548 -95 480	-331 510 -6 270 -79 310	+134,60 +2,55 +32,2	-226,64 -4,29 -54,14	+94,84 +1,79 +22,69	+123,56 +2,34 +29,56	—	-25,54 -0,48 -6,11	300	
$FeCO_3$	Сидерит	29,38	-752 400 -80 213 -180 000	-679 670 -72 459 -162 600	+96,01 +10,24 +22,97	-244,09 -26,02 -58,31	+82,05 +8,75 +19,63	+48,61 +5,18 +11,63	+110,22 +11,75 +26,8	—	575	

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m^0 см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-2} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
FeCr ₂ O ₄	Хромит	44,00	-1 452 210 -33 004 -347 420	-1 351 310 -30 711 -323 280	+145,88 +3,32 +34,9	-338,39 -7,69 -80,84	+133,51 +3,03 +31,94	+162,85 +3,70 +38,96	+22,32 +0,51 +5,34	-31,85 -0,72 -7,62	1525
α -FeFe ₂ O ₄	Магнетит	44,50	-2 227 310 -50 051 -267 300	-1 014 490 -22 797 -242 700	+146,30 +3,29 +35,0	-317,62 -7,14 -75,88	+143,29 +3,22 +34,28	+91,46 +2,06 +21,88	+201,48 +4,53 +48,20	—	625
α -FeO(OH)	Гётит	20,82	-558 450 -26 822 -133 600	-489 900 -23 530 -117 200	+67,30 +3,23 +16,1	-229,88 -11,04 -54,92	68,97 3,31 16,5	—	—	—	—
FePO ₄	Гетерозит	40,62	-1 296 220 -3 191 -310 100	-1 183 780 -29 142 -283 200	+100,74 +2,48 +24,1	-377,10 -9,28 -90,09	—	—	—	—	—
FePO ₄ ·2H ₂ O	Штрэнгит	64,95	-1 886 270 -29 041 -451 260	-1 655 950 -25 495 -369 160	+171,09 +2,63 +40,93	-772,48 -11,89 -184,54	+180,37 +2,78 +43,15	—	—	—	—
FeWO ₄	Ферберит	40,40	-1 186 700 -29 373 -283 900	-1 085 960 -268 880 -259 800	+131,67 +3,25 +31,5	-337,72 -8,35 -80,68	+114,49 +2,84 +27,39	+109,10 +2,70 +26,10	+52,67 +1,30 +12,6	—	825
Fe(OH) ₂	Амакинит	30,38	-572 660 -18 849 -137 000	-492 570 -16 213 -117 840	+92,38 +3,04 +22,1	-270,03 -8,89 -64,51	—	—	—	—	—
Fe(OH) ₃	Крист.	—	-843 520	-713 940	+96,14	-433,90	—	—	—	—	—
α -FeS	Троилит	18,20	-201 800 -99 980 -5 493 -23 920	-170 800 -100 400 -5 516 -24 020	+23,0 +60,27 +3,31 +14,42	-104,86 +1,37 +0,08 +0,33	— +50,49 +2,77 +12,08	+21,69 +1,19 +5,19	+11,04 +0,61 +26,40	—	138
FeSO ₄ ·H ₂ O	Сомольнокит	—	-1 242 800	—	—	—	—	—	—	—	—
FeSO ₄ ·7H ₂ O	Таурисцит	—	-297 320 -3 011 610	-2 507 790	+408,80	-1689,81	+394,09	+402,12	—	—	46
Fe(SeO ₃) ₃ ·2H ₂ O	Эммонсит	—	-720 480	-599 950	+97,8	-405,57	+94,28	+96,2	—	—	—
FeS ₂	Пирит	23,942	-173 890 -7 262 -41 600	-1 834 180 -438 300 -162 600 -6 791 -38 900	+52,88 +2,21 +12,65	-37,79 -1,58 -9,03	+62,11 +2,59 +14,86	+74,74 +3,12 +17,88	+5,52 +0,23 +1,32	-12,75 -0,53 -3,05	725

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c	
								a	b	c		
FeS ₂	Марказит	24,58	-150 480 -6 122 -36 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FeSe	Ашавалит	-	-75 660	+70,52	+1,30	+55,89	-	-	-	-	-	-
FeSe ₂	Ферроселит	29,97	-18 000	-18 100	+16,87 +86,73	+0,31 -24,58	+13,37 +72,81	-	-	-	-	-
FeTe ₂	Фробергит	38,44	-	-	+2,89 +20,75	-0,82 -5,87	+2,43 +17,42	-	-	-	-	-
FeTiO ₃	Ильменит	31,71	-1 234 350 -38 926 -295 300	-1 157 119 -36 490	+105,75 +3,33	-259,13 -8,17	+99,40 +3,13	+116,50 +3,67	+18,64 +0,59	-20,02 -0,63	1375	
α -Fe ₂ O ₃	Гематит	30,28	-823 460 -27 194 -197 000	-276 820 -741 700	+25,3 +87,32	-61,90 -274,18	+23,78 +103,66	+27,87 +98,19	+4,46 +77,75	-4,79 -14,84	675	
Fe ₂ (SiO ₄)	Фаялит	46,39	-24 494 -31 876 -353 770	-177 440 -1 378 060	+2,88 +20,89 +145,05	-9,05 -65,50 -337,68	+3,42 +24,80 +132,76	+3,24 +23,49 +152,61	+2,57 +18,60 +39,12	-0,49 -3,55 -28,01	1200	
Fe ₂ TiO ₄	Ульвит	46,74	-	-29 705 -329 680	+3,13 +34,7	-7,28 -80,67	+2,86 +31,76	+3,29 +36,51	+0,84 +9,36	-0,60 -6,70	-	
Fe ₂ TiO ₅	Псевдобрукит	54,98	-	-	+168,87 +3,61 +40,4	-325,56 -6,97 -77,77	+142,16 +3,04 +34,01	+139,36 +2,98 +33,34	+63,03 +1,35 +15,08	-14,21 -0,30 -3,40	1325	
α -Fe ₃ C	Когенит	-	-	-	+156,33 +2,84 +37,4	-440,51 -8,01 -105,23	+164,11 +2,98 39,26	+192,40 +3,50 +46,03	+21,99 +0,40 +5,26	-30,97 -0,56 -7,41	1425	
Fe ₃ P	Шрейберзит	-	+24 160 +5 780 -163 020	18 060 +4 320	+107,43 +25,7	+20,31 +4,85	+105,88 +25,33	+82,09 +19,64	+83,60 +20,00	-	190	
Ga(OH) ₃	Зенгеит	31,39	-39 000 -963 490 -30 694	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hg	Ртуть	-	-230 500 0 0	-199 800 0	+27,1 +75,95	-102,836 0	+27,96 +27,96	+26,92	-	+0,79	375	
			0	0	+18,17	0	+6,69	+6,44	-	+0,19		

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^6$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
HgO	Монтроидит	19,32	-90 620 -4 690 -21 680	-58 350 -3 020 -13 960	+70,22 +3,63 +16,80	-108,14 -5,60 -25,83	+44,01 +2,28 +10,53	+34,82 +1,80 +8,33	+30,81 +1,59 +7,37	—	500
α -HgS	Киноварь	28,42	-58 100 -2 044 -13 900	-50 580 -1 779 -12 100	+82,35 +2,90 +19,7	-25,37 -0,89 -6,06	+48,36 +1,70 +11,57	+45,56 +1,60 +10,9	+15,26 +0,54 +3,65	—	575
β -HgS	Метациннабарит	30,173	-53 500 -1 773 -12 800	-5 850 -193 -11 400	+88,20 +2,92 +21,1	-19,52 -0,65 -4,66	— — —	— — —	— — —	—	—
Hg ₂ Cl ₂	Каломель	66,14	-264 970 -4 006 -69 390	-210 570 -3 183 -50 376	+192,28 +2,91 +46,0	-182,36 -2,76 -43,56	+101,57 +1,54 +24,30	+92,38 +1,40 +22,10	+30,93 +0,47 +7,40	—	500
In(OH) ₃	Джалиндит	37,84	-915 000 -24 180 -218 900	-779 570 -20 601 -186 500	+107,01 +2,83 +25,6	-453,67 -11,99 -108,38	— — —	— — —	— — —	—	—
Iг	Иридий	—	0	0	+35,45	0	+25,50	+23,24	+5,93	—	2500
K(AlSiO ₄)	Кальсидит	60,43	0 -2 106 720 -34 862 -504 000	0 -1 991 060 -32 948 -476 330	+8,48 +132,92 +2,20 +31,8	0 -388,43 -6,43 -92,79	+6,10 +119,67 +1,98 +28,63	+5,56 +123,02 +2,04 +29,43	+1,42 +72,56 +1,20 +17,36	— -22,24 -0,37 -5,32	525
K(AlSi ₂ O ₆)	Лейцит	88,01	-3 016 960 -34 279 -721 760	-2 849 800 -32 380 -681 770	+183,92 +2,09 +44,0	-561,07 -6,38 -134,04	+163,98 +1,86 +39,23	+144,71 +1,64 +34,62	+139,78 +1,59 +33,44	-19,90 -0,23 -4,76	675
K(AlSi ₃ O ₈)	Микроклин	108,69	-3 955 410 -36 391 -946 270	-3 732 030 -34 336 -892 830	+219,45 +2,02 +52,5	-749,18 -6,89 -178,97	— — —	+266,81 +2,45 +63,83	+53,92 +0,50 +12,90	-71,27 -0,66 -17,05	1125
K(AlSi ₃ O ₈)	Санидин	108,98	-3 947 510 -36 222 -944 380	-3 729 690 -34 223 -892 270	+238,01 +2,18 +56,94	-730,62 -6,70 -174,54	+203,23 +1,86 +48,62	— — —	— — —	— — —	—
KAlSi ₃ O ₈	«Полевощатовое» стекло	—	-3 901 110	-3 690 770	+263,13	-705,50	—	+258,99	+71,73	-59,73	1125
KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	Мусковит	140,55	-933 280 -5 941 450 -42 272 -1 421 460	-882 960 -5 561 070 -39 566 -1 330 400	+62,95 +288,42 +2,05 +69,0	-168,50 -1276,92 -9,09 -305,05	— +321,02 +2,28 +76,8	+61,96 +407,80 +2,90 +97,56	+17,16 +110,27 +0,78 +26,38	-14,29 -106,34 -0,76 -25,44	725
KAl ₂ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	Алунит	—	—	—	+327,71	-1710,47	+393,55	+636,82	—	-225,51	375
		—	—	—	+78,4	-408,53	+94,15	+152,35	—	-53,95	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$	Алузит	46,83	-5 169 820 -110 395	-4 656 940 -99 443	+318,10 +6,79	-1720,80 -36,75	+372,23 +7,95	+482,79 +10,31	+164,27 +3,51	-141,78 -3,03	425
KBF_4	Авогадрит	41,96	-1 236 800 -1 883 510 -44 888	-1 114 100 -1 788 790 -42 630	+76,1 +157,17 +3,75	-410,91 -318,34 -7,59	+89,05 — —	+115,5 — —	+39,30 — —	-33,92 — —	—
$KCaCl_3$	Хлорокальцит	—	-450 600 -1 246 350	-427 940 -1 172 660	+37,6 +192,70	-76,05 -247,66	— —	— —	— —	— —	—
KCl	Сильвин	37,528	-298 170 -436 270 -11 623	-280 540 -408 490 -10 884	+46,1 +82,35 +2,19	-59,15 -93,60 -2,49	— +51,45 +1,37	— +41,34 +1,10	— +21,74 +0,58	— +3,22 +0,09	775
α -KF	Кароббит	23,71	-104 370 -567 890 -23 951	-97 726 -538 420 -22 708	+19,70 +66,50 +2,80	-22,36 -99,34 -4,19	+12,31 +48,65 +2,05	+9,89 +47,11 +1,99	+5,20 +16,13 +0,68	+0,77 -2,88 -0,12	225
$KHCO_3$	Калицинит	46,34	-135 860 -965 160 -20 827	-128 810 -865 930 -18 686	+15,91 +109,10 +2,35	-23,73 -333,67 -7,20	+11,64 — —	+11,27 — —	+3,86 — —	-0,69 — —	—
$KHSO_4$	Меркалит	59,14	-230 900 -1 159 780 -19 610	-207 160 — —	+26,1 — —	-79,71 — —	— — —	— +138,78 +2,35	— — —	— — —	50
$KMgCl_3 \cdot 6H_2O$	Карналлит	73,77	-277 460 -2 941 880 -39 879	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
$KMg(SO_4)Cl \cdot 2,75H_2O$	Каинит	115,34	-703 800 -2 566 020 -22 247	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
$KMg_3(AlSi_3O_{10})F_2$	Флогопит	146,38	-613 880 -6 365 300 -43 484	— -6 020 450 -41 128	— +317,26 +2,17	— -1156,64 -7,90	— +342,09 +2,34	— +421,59 +2,88	— +71,73 +0,49	— -89,70 -0,61	1400
α -KNO ₃	Нитрокалит	48,04	-1 522 800 -494 080 -10 284	-1 440 300 -394 470 -8 211	+75,9 +132,96 +2,77	-276,31 -334,51 -6,96	+81,84 +96,18 +2,00	+100,86 +60,82 +1,27	+17,16 +118,71 +2,47	-21,46 — —	128
$K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$	Сингенит	127,77	-118 200 -3 173 870 -24 840	-94 370 — —	+31,81 — —	-79,91 — —	+23,01 — —	+14,55 — —	+28,40 — —	— — —	—
$K_2Ca_5(SO_4)_6 \cdot H_2O$	Гергейит	300,87	-759 300 -8 930 150 -29 681	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
			-2 136 400	—	—	—	—	—	—	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V _m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH ₂₉₈ ⁰
K ₂ CrO ₄	Тарапакаит	71,00	-1 396 410 -19 667
K ₂ Cr ₂ O ₇	Лопецит	—	-334 070 -2 065 300
K ₂ CuCl ₄ ·2H ₂ O	Митчерлихит	132,42	-494 090 —
K ₂ Mg(SO ₄) ₂ ·4H ₂ O	Леонит	166,30	-3 944 580 -23 719
K ₂ Mg(SO ₄) ₂ ·6H ₂ O	Шёнит	197,64	-943 680 -4 534 090
K ₂ Mg ₂ (SO ₄) ₃	Лангбейнит	—	-22 941 -1 084 710
α-K ₂ SO ₄	Арканит	65,51	-4 066 390 -972 810
K ₂ SiF ₆	Гиератит	80,93	-1 436 310 -21 925
Li(AlSiO ₄)	Эвкрипит	47,96	-343 616 -2 962 780
α-LiAl(Si ₂ O ₆)	Сподумен	58,67	-36 609 -708 800
Li ₃ PO ₄	Литиофосфат	45,84	-2 112 030 -44 037
MgCl ₂	Хлоромгнезит	39,73	-505 270 -3 042 200
MgCl ₂ ·6H ₂ O	Бишофит	130,40	-51 852 -727 800

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ ₂₉₈ ⁰	Стандартная энтропия S ₂₉₈ ⁰	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS ₂₉₈ ⁰	Теплоемкость C _p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения C _p = a + bT · 10 ⁻² + cT ⁻² · 10 ⁵			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
-1 288 530	+199,80	-362,76	+145,88	—	—	—	—
-18 148	+2,81	-5,11	+2,05	—	—	—	—
-308 260	+47,8	-85,66	+34,90	—	—	—	—
-1 885 890	+290,93	-602,61	+219,45	+153,24	+229,06	—	400
—	—	—	—	—	—	—	—
-451 170	+69,6	-143,93	+52,50	+36,66	+54,80	—	—
—	+355,09	-457,69	+252,97	+268,34	—	—	50
—	+2,68	-3,46	+1,91	+2,03	—	—	—
—	+84,95	-109,34	+63,52	+63,0	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	+443,08	—	—	50
—	—	—	—	+2,24	—	—	—
—	—	—	—	+106,0	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-1 318 790	+175,39	-395,20	+131,33	+120,26	+99,48	-17,81	575
-20 131	+2,68	-6,03	+2,00	+1,84	+1,52	-0,27	—
-315 500	+41,96	-94,41	+31,42	+28,77	+23,80	-4,26	—
-2 807 710	+235,33	-520,20	—	—	—	—	—
-34 693	+2,91	-6,43	—	—	—	—	—
-671 700	+56,3	-124,27	—	—	—	—	—
-1 998 040	+103,66	-382,16	+113,24	+154,12	+28,42	-43,89	1000
-41 660	+2,16	-7,97	+2,36	+3,21	+0,59	-0,92	—
-478 000	+24,8	-91,30	+27,09	+36,87	+6,80	-10,50	—
-2 869 280	+129,16	-580,30	+158,76	+185,30	+68,72	-41,80	875
-48 905	+2,20	-9,89	+2,71	+3,16	+1,17	-0,71	—
-686 430	+30,9	-138,63	+37,98	+44,33	+16,44	-10,00	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-591 220	+89,45	-165,93	+70,98	+79,00	+5,93	-8,61	700
-14 880	+2,25	-4,18	+1,79	+1,99	+0,15	-0,22	—
-141 440	+21,4	-39,64	+16,98	+18,90	+1,42	-2,06	—
-2 112 990	+365,75	-1286,82	+314,75	+245,70	+245,53	—	112
-16 203	+2,80	-9,86	+2,41	+1,88	+1,88	—	—
-505 500	+87,5	-307,41	+75,30	+58,78	+58,74	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V _m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH ⁰ ₂₉₈
MgCO ₃	Магнезит	28,02	-1 094 740
MgCO ₃ ·3H ₂ O	Нескегонит	74,80	-1 983 830
MgCO ₃ ·5H ₂ O	Лансфордит	—	-474 600
MgCr ₂ O ₄	Магнезиохромит	43,57	—
MgF ₂	Селлаит	19,61	-1 123 170
α-MgFe ₂ O ₄	Магнезиоферрит	44,36	-1 427 300
MgO	Периклаз	11,25	-601 120
MgAl ₂ O ₄	Шпинель	39,72	-2 312 790
Mg(OH) ₂	Брусит	24,64	-553 300
MgSO ₄ ·H ₂ O	Кизерит	53,34	-220 970
MgSO ₄ ·4H ₂ O	Леонгардит	95,90	-2 493 240
MgSO ₄ ·6H ₂ O	Гексагидрит	130,81	-3 083 040
MgSO ₄ ·7H ₂ O	Эпсомит	146,85	-3 384 550

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ ⁰ ₂₉₈	Стандартная энтропия S ⁰ ₂₉₈	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS ⁰ ₂₉₈	Теплоемкость C _p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения C _p = a + bT · 10 ⁻³ + cT ⁻² · 10 ⁶			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
-1 041 310	+65,63	-279,98	+75,45	+77,83	+57,68	-17,39	475
-36 092	+2,34	-9,99	+2,69	+2,77	+2,05	-0,62	—
-241 940	+15,7	-66,89	+18,05	+18,62	+13,80	-4,16	—
-1 724 960	+158,84	-885,37	—	—	—	—	—
-23 060	+2,12	-11,84	—	—	—	—	—
-412 670	+38,0	-211,50	—	—	—	—	—
-2 198 140	—	—	—	—	—	—	—
-525 870	—	—	—	—	—	—	—
—	+105,75	-384,03	+126,63	+167,28	+14,88	-40,04	1525
—	+2,43	-8,81	+2,91	+3,84	+0,34	-0,92	—
—	+25,3	-91,74	+30,30	+40,02	+3,56	-9,58	—
-1 070 080	+57,18	-177,98	+61,53	+70,77	+10,53	-9,20	1250
-54 568	+2,92	-9,07	+3,14	+3,61	+0,54	-0,47	—
-256 000	+13,68	-42,52	+14,72	+16,93	+2,52	-2,20	—
-1 316 160	+123,73	-372,83	+143,58	+88,03	+186,34	—	400
-29 669	+2,79	-8,40	+3,24	+1,98	+4,20	—	—
-1 427 300	+29,6	-89,07	+34,35	+21,06	+44,58	—	—
-32 175	+26,96	-108,09	+37,74	+42,55	+7,27	-6,19	1800
-341 460	+2,40	-9,61	+3,35	+3,78	+0,65	-0,55	—
-601 120	+6,45	-25,82	+9,03	+10,18	+1,74	-1,48	—
-53 432	+80,51	-418,39	+115,83	+153,82	+26,75	-40,88	1525
-143 810	+2,03	-10,53	+2,92	+3,87	+0,67	-1,03	—
-2 312 790	+19,26	-99,95	+27,71	+36,80	+6,40	-9,78	—
-58 227	+63,08	-304,84	+77,04	+54,51	+66,04	—	325
-832 780	+2,56	-12,37	+3,12	+2,21	+2,68	—	—
-33 797	+15,09	-72,82	+18,43	+13,04	+15,80	—	—
-199 230	+126,24	-580,69	+138,78	—	—	—	—
—	+2,37	-10,89	+2,60	—	—	—	—
—	+30,2	-138,72	+33,2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-2 628 800	+347,78	-1523,48	+347,78	+357,26	—	—	100
-20 096	+2,66	-11,65	+2,66	+2,73	—	—	—
-628 900	+83,2	-363,95	+83,20	+85,47	—	—	—
-2 867 480	+369,93	-1734,19	—	+372,44	—	—	46
-19 527	+2,52	-11,81	—	+2,54	—	—	—
-686 000	+88,5	-414,21	—	+89,10	—	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0
MgTiO ₃	Гейкит	30,86	-1 569 590 -50 861 -375 500
Mg ₂ Al ₃ (AlSi ₅ O ₁₈)	Кордиерит	233,50	-9 099 860 -38 971 -2 177 000
Mg ₂ (SiO ₄)	Форстерит	43,79	-2 170 260 -49 560 -519 200
Mg ₂ (Si ₂ O ₆)	Энстатит	62,80	-
Mg ₂ (Si ₂ O ₆)	Клиноэнстатит	62,94	-3 095 290 -49 178 -740 500
Mg ₂ Si ₂ O ₆	«Энстатит» аморфный	-	-
Mg ₂ TiO ₄	Шпинелид искусственный	-	-2 163 150 -517 500
Mg ₃ (Si ₄ O ₁₀)(OH) ₂	Тальк	136,7	-5 917 210 -43 286 -1 415 600
Mg ₆ (Si ₄ O ₁₀)(OH) ₈	Серпентин	-	-8 722 490 -2 086 720
Mg ₇ (Si ₄ O ₁₁) ₂ (OH) ₂	Автофиллит	274,0	-12 079 360 -44 085 -2 889 800
MnAl ₂ O ₄	Галаксит	42,40	-2 096 270 -49 440 -501 500
MnAs	Канеит	-	-57 270 -13 700
MnCl ₂	Скакит	41,17	-480 780 -11 677 -115 020

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Темперность C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
-1 481 390	+74,49	-295,90	+91,67	+118,25	+13,71	-27,29	1525
-48 003	+2,41	-9,59	+2,97	+3,83	+0,44	-0,88	
-354 400	+17,82	-70,69	+21,93	+28,29	+3,28	-6,53	
-8 589 900	+406,71	-1709,29	+451,86	+601,21	+107,84	-161,35	1425
-36 787	+1,74	-7,32	+1,94	+2,57	+0,46	-0,69	
-2 055 000	+97,3	-408,34	+108,1	+143,83	+25,80	-38,60	
-2 051 380	+95,09	-398,66	+117,79	+149,68	+27,34	-35,61	725
-46 843	+2,17	-9,10	+2,69	+3,42	+0,62	-0,81	
-490 760	+22,75	-95,24	+28,18	+35,81	+6,54	-8,52	
-	-	-	-	+172,13	+100,32	-33,94	525
-	-	-	-	+2,74	+1,60	-0,54	
-	-	-	-	+41,18	+24,00	-8,12	
-2 933 020	+135,60	-581,79	+163,90	+205,24	+39,63	-52,50	1325
-46 600	+2,15	-9,24	+2,60	+3,26	+0,63	-0,83	
-701 680	+32,44	-138,99	+39,21	+49,10	+9,48	-12,56	
-	-	-	-	+183,00	+79,75	-37,03	725
-	-	-	-	-	-	-	
-2 044 860	+109,10	-396,35	+128,58	+43,78	+19,08	-8,86	
-	-	-	-	+150,31	+35,70	-28,80	1525
-489 200	+26,1	-94,66	+30,76	+35,96	+8,54	-6,89	
-5 538 080	+260,54	-1272,05	+321,40	+422,30	+84,31	-123,43	825
-40 512	+1,91	-9,31	+2,35	+3,09	+0,62	-0,90	
-1 324 900	+62,33	-303,88	+76,89	+101,03	+20,17	-29,53	
-8 068 320	+442,24	-2194,11	+546,83	+633,85	+264,18	-146,97	725
-	-	-	-	-	-	-	
-1 930 220	+105,8	-524,04	+130,82	+151,64	+63,20	-35,16	
-11 353 710	+534,20	-2433,17	-	-	-	-	
-41 436	+1,94	-8,51	-	-	-	-	
-2 716 200	+127,8	-581,26	-	-	-	-	
-	-	-	-	+110,35	+53,92	-	1023
-	-	-	-	+2,60	+1,27	-	
-	-	-	-	+26,40	+12,90	-	
-55 180	+60,19	-7,31	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	
-13 200	+14,4	-1,75	-	-	-	-	
-440 070	+118,13	-136,54	+72,86	+75,41	+13,21	-5,73	650
-10 689	+2,86	-3,31	+1,76	+1,83	+0,32	-0,13	
-105 280	+28,26	-32,62	+17,43	+18,04	+3,16	-1,37	

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m^0 , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтрония образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^6$			Граничная температу- ра °С для использо- вания коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
MnCO ₃	Родохрозит	31,08	-893 270 -28 740 -213 700	-815 940 -26 252 -195 200	+85,69 +2,76 +20,5	-259,21 -8,34 -61,92	+81,43 +2,62 +19,48	+91,92 +2,96 +21,99	+38,87 +1,25 +9,30	-19,60 -0,63 -4,69	425
MnFe ₂ O ₄	Якобсит	46,22	-1 225 160 -26 507 -293 100	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
α -MnMn ₂ O ₄	Гаусманит	46,96	-1 383 580 -29 462 -331 000	-1 277 410 -27 202 -305 600	+148,39 +3,16 +35,5	-357,06 -7,60 -89,60	+139,15 +2,96 +33,29	+144,79 +3,08 +34,64	+45,23 +0,96 +10,82	-9,20 -0,20 -2,20	1175
MnO	Манганозит	13,22	-384 560 -29 089 -92 000	-362 400 -27 413 -86 700	+59,65 +4,51 +14,27	-74,69 -3,65 -17,84	+44,06 +3,33 +10,54	+46,44 +3,51 +11,11	+8,11 +0,61 +1,94	-3,68 -0,28 -0,88	1525
γ -MnO(OH)	Манганит	20,33	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	+64,79 +3,19 +15,5	— — —	— — —	50
Mn(OH) ₂	Пирохроит	27,09	-701 400 -25 891 -167 800	-616 130 -22 743 -147 400	+81,51 +30,08 +19,5	-285,70 -10,55 -68,25	— — —	— — —	— — —	— — —	—
β -MnO ₂	Пирролюзит	16,61	-519 570 -31 280 -124 300	-464 770 -27 981 -111 190	+53,00 +3,19 +12,68	-183,76 -11,06 -43,90	+53,96 +3,25 +12,91	+69,39 +4,18 +16,60	+10,20 +0,61 +2,44	-16,22 -0,98 -3,88	525
MnS	Алабандин	21,46	+213 600 +9 953 -51 100	-217 900 -10 153 -52 130	+78,21 +3,64 +18,71	+14,51 +0,68 +3,47	+49,91 +2,33 +11,94	+47,65 +2,22 +11,40	+7,52 +0,35 +1,80	— — —	1500
MnSO ₄ ·H ₂ O	Смикит	—	-1 375 890 — -329 160	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
MnSO ₄ ·4H ₂ O	Илезит	98,59	-2 255 070 -22 873 -539 490	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
MnSO ₄ ·7H ₂ O	Маллардит	145,23	-3 135 790 -21 591 -750 190	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
MnS ₂	Гауерит	34,202	-244 360 -7 145 -58 460	-231 990 -6 783 -55 500	+53,92 +1,58 +12,9	-41,55 -1,21 -9,93	+81,93 +2,40 +19,6	— — —	— — —	— — —	—
Mn(SiO ₃)	Родонит	35,32	-1 319 370 -37 354 -315 640	-1 239 200 -35 084 -296 460	+89,03 +2,52 +21,3	-268,95 -7,61 -64,25	+86,36 +2,44 +20,66	+85,44 +2,41 +20,44	+40,13 +1,13 +9,6	— — —	1300

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см³/моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
MnWO ₄	Гюбнерит	41,88	-1 304 160 -31 140	-1 203 000 -28 724	+135,01 +3,22	-339,18 -8,10	-	+108,68 +2,60	+51,25 +1,22	-	800
Mn ₂ O ₃	Курнакит	31,38	-312 000 -956 800 -30 490	-287 800 -879 050 -28 013	+32,3 +110,35 +3,52	-81,03 -260,75 -8,31	+107,55 +3,43	+26,00 +103,37 +3,29	+12,26 +35,03 +1,12	-13,50 -0,43	1075
Mn ₂ (SiO ₄)	Тефроит	48,62	-228 900 -1 728 390 -35 548	-210 300 -1 630 200 -33 529	+26,4 +163,02 +3,35	-62,29 -329,31 -6,77	+25,73 +129,75 +2,67	+24,73 +122,89 +2,53	+8,38 +52,67 +1,08	-3,23	1375
MoO ₃	Молибдит	30,56	-413 490 -744 460 -24 360	-390 000 -667 130 -21 830	+39,0 +77,66 +2,54	-78,67 -258,09 -8,45	+31,04 +74,90 +2,45	+29,4 +75,11 +2,46	+12,6 +32,60 +1,07	-8,78 -0,29	800
MoS ₂	Молибденит	32,03	-178 100 -234 660 -7 326	-159 600 -225 840 -7 050	-18,58 +62,53 +1,95	-61,66 -29,52 -0,92	+17,92 +63,62 +1,99	+17,97 +46,82 +1,46	+7,80 +56,43 +1,76	-2,10	450
(Na _{0,78} K _{0,22})(AlSiO ₄)	Нефелин	-	-56 140 -2 095 020	-54 030 -1 980 480	+14,96 +126,24	-7,05	+15,22	+11,20	+13,50	-	-
α-Na(AlSiO ₄)	Карнегиит	56,53	-501 200	-473 800	+30,2	-	-	+12,35	+71,73	-24,37	700
α-Na(AlSiO ₄)	Нефелин синтетический	54,17	-	-	-	-	+118,67	+0,22	+1,27	-0,43	194
β-Na(AlSiO ₄)	Алюмосиликат натрия	-	-2 073 280 -38 273 -496 000	-1 958 830 -36 160 -468 620	+124,15 +2,29 +29,7	-383,91 -7,09 -91,71	+28,39	+27,71 +0,51 +6,63	+295,11 +5,45 +70,60	-	194- 907
γ-Na(AlSiO ₄)	Алюмосиликат натрия	-	-	-	-	-	-	+112,09	+67,11	-	907- 1250
α-Na(AlSi ₃ O ₈)	Альбит	100,21	-	-	-	-	-	+26,79	+16,04	-	1125
NaAlSi ₃ O ₈	«Альбит» аморфный	-	-3 917 290 -39 090 -937 150	-3 695 040 -36 872 -883 980	+209,84 +20,89 +50,2	-745,50 -7,44 -178,09	+48,97	+172,00 +41,11	+5,52 +1,32	-62,74 -0,63 -15,01	925
NaAl(Si ₂ O ₆)	Жадент	60,98	-3 856 470 -922 600 -3 009 980 -49 360 -720 090	-	-	-	-	+256,27 +61,31	+75,24 +18,00	-67,55 -16,16 -49,62 -0,81 -11,87	925

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V _m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH ₂₉₈ ⁰	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ ₂₉₈ ⁰	Стандартная энтропия S ₂₉₈ ⁰	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS ₂₉₈ ⁰	Теплоемкость C _p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения C _p = a + bT · 10 ⁻³ + cT ⁻² · 10 ⁸			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c	
								a	b	c		
Na(AlSi ₃ O ₈) · H ₂ O	Анальцим	97,50	-3 287 990 -33 722 -786 600	-3 069 790 -31 485 -734 400	+234,08 +2,40 +56,0	-730,48 -7,49 -174,51	+209,71 +2,15 +50,17	-	-	-	-	-
NaAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	Парагонит	132,46	-	-	+281,31	-1270,74	-	-	-	-	-	-
NaBF ₄	Ферручит	43,44	-1 842 840 -42 422 -440 870	-1 740 840 -40 074 -416 470	+119,97 +2,76 +28,7	-342,22 -7,88 -81,75	-	-	-	-	-	-
NaCl	Галит	27,018	-411 100 -15 245 -98 349	-384 120 -14 217 -91 896	+72,06 +2,67 +17,24	-90,60 -3,35 -21,64	+50,45 +1,87 +12,07	+45,90 +1,70 +10,98	+16,30 +0,60 +3,90	-	-	800
NaF	Виллиомит	14,99	-574 710 -38 339 -137 490	-545 990 -36 423 -130 620	+51,25 +3,42 +12,26	-101,30 -6,76 -24,20	+46,77 +3,12 +11,19	+43,47 +2,90 +10,40	+16,22 +1,08 +3,88	-1,38 -0,09 -0,33	-	1000
NaHCO ₃	Нахколит	38,96	-912 580 -23 423 -218 320	-815 100 -20 921 -195 000	+101,99 +2,62 +24,4	-327,49 -8,41 -78,24	+87,53 +2,25 +20,94	+42,59 +1,09 +10,19	+150,73 +3,87 +36,06	-	-	125
NaNbO ₃	Луешит	36,00	-1 323 810 -36 772 -316 700	-1 241 040 -34 473 -296 900	+117,04 +3,25 +28,0	-277,86 -7,71 -66,38	-	-	-	-	-	-
NaK ₃ (SO ₄) ₂	Глазерит	-	-654 170	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-NaNO ₃	Нитронатрит	37,60	-467 870 -1 244 -111 930	-367 210 -9 766 -87 850	+116,44 +3,10 +27,85	-337,77 -8,98 -80,69	+92,96 +2,47 +22,24	+6,50 +0,17 +6,34	+22,88 +0,61 +53,32	-	-	300
α-Na ₂ SO ₄	Тенардит	53,34	-1 386 550 -25 989 -3 317 100	-1 268 950 -23 785 -303 576	+149,35 +2,80 +35,73	-394,66 -7,40 -94,28	+127,15 +2,38 +30,42	+62,57 +1,17 +14,97	+221,10 +4,14 +52,90	-	-	241
Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	Мирабилит	219,83	-4 323 790 -19 668 -1 034 400	-3 643 710 -16 575 -871 700	+585,20 +2,66 +140,0	-2287,46 -10,41 -546,46	+573,91 +2,61 +137,3	-	-	-	-	-
Na ₂ SiF ₆	Малладрит	69,37	-2 915 010 -42 021 -697 370	-2 754 620 -39 709 -659 000	+190,61 +2,75 +45,6	-538,34 -7,76 -139,36	-	-	-	-	-	-
Na ₆ Mg(SO ₄) ₄	Вантгоффит	-	-5 452 930 -1 304 530	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Термонатрит	54,77	-1 430 650 -26 121 -342 260
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Сода	196,04	-4 078 130 -20 802 -975 630
$\alpha\text{-Na}_3\text{AlF}_6$	Криолит	70,86	-3 313 900 -46 766 -792 800
NH_4Cl	Нашатырь	34,92	-314 130 -8 995 -75 150
$\alpha\text{-NH}_4\text{NO}_3$	Нитраммит	47,08	-365 210 -7 757 -87 370
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Масканьит	74,41	-1 178 880 -15 843 -282 030
$\text{Ni}_{0,95}\text{Se}$	Седерхольмит	—	— — —
NiAl_2O_4	Шпинелид искусственный	—	-1 937 850 — -463 600
NiAs	Никелин	17,186	— — —
NiCr_2O_4	Шпинелид искусственный	—	-1 429 730 — -342 040
NiO	Бунзенит	10,97	-239 510 -21 833 -57 300
$\beta\text{-NiS}$	Миллерит	16,891	-81 930 -4 850 -19 600

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^6$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
-1 287 480	+167,99	-480,43	+145,46	—	—	—	—
-23 507	+3,07	-8,77	+2,66	—	—	—	—
-308 010	+40,19	-114,77	+34,80	—	—	—	—
-3 428 230	+564,17	-2180,03	+349,79	—	—	—	—
-17 487	+2,88	-11,12	+2,80	—	—	—	—
-820 150	+134,97	-520,79	+131,53	—	—	—	—
-3 149 630	+238,26	-551,47	+215,69	+192,01	+123,14	-11,62	575
-44 448	+3,36	-7,78	+3,04	+2,71	+1,74	-0,16	—
-753 500	+57,0	-131,74	+51,60	+45,95	+29,46	-2,73	—
-202 770	+94,47	-373,45	+84,02	—	—	—	—
-5 806	+2,70	-10,69	+2,40	—	—	—	—
-48 510	+22,6	-89,21	+20,1	—	—	—	—
-183 710	+150,77	-608,68	+139,09	+140,45	—	—	30
-3 902	+3,20	-12,93	+2,95	+2,98	—	—	—
-43 950	+36,07	-145,41	+33,27	+33,60	—	—	—
-900 200	+219,87	-934,67	+187,30	+103,54	+280,90	—	325
-12 097	+2,95	-12,56	+2,52	+1,39	+3,78	—	—
-215 360	+52,6	-223,29	+44,81	+24,77	+67,20	—	—
—	+73,19	+2,76	+51,45	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-1 817 460	+17,51	+0,66	+12,31	—	—	—	—
—	+92,38	-403,72	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-434 800	+22,1	-96,42	—	—	—	—	—
—	+61,03	-4,38	—	—	—	—	—
—	+3,55	-0,25	—	—	—	—	—
—	+14,6	-1,05	—	—	—	—	—
-1 320 380	+120,38	-366,60	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-315 880	+28,8	-87,56	—	—	—	—	—
-211 380	+31,95	-94,30	+44,27	-20,86	+157,08	+16,26	250
-19 268	+3,46	-8,60	+4,04	-1,90	+14,32	+1,48	—
-50 570	+9,08	-22,53	+10,59	-4,99	+37,58	+3,89	—
-79 420	+52,92	-8,69	+47,07	+38,66	+26,75	—	325
-4 701	+3,13	-0,51	+2,79	+2,29	+1,58	—	—
-19 000	+12,66	-2,08	+11,26	+9,25	+6,40	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c	
								a	b	c		
NiSO ₄ ·6H ₂ O	Ретгерсит	126,93	-2 680 050 -21 114 -641 160	-2 222 590 -17 510 -531 720	+334,15 +2,63 +79,94	-1534,31 -12,09 -366,53	+327,54 +2,58 +78,36	+342,76 +2,70 +82,0	—	—	—	50
NiSO ₄ ·7H ₂ O	Моренозит	—	-2 973 270 — -711 310	-2 459 640 — -588 430	+378,58 — +90,57	-1722,74 — -411,46	+364,24 — +87,14	— — —	—	—	—	—
NiSb	Брейтгауптит	20,893	-66 040 -3 160 -15 800	-65 210 -3 121 -15 600	+73,15 +3,50 +17,5	-2,33 -0,11 -0,56	— — —	— — —	—	—	—	—
NiSeO ₃ ·2H ₂ O	Альфелдтит	65,32	-1 108 120 -16 964 -265 100	-914 580 -14 001 -218 800	+196,88 +3,01 +47,1	-648,02 -9,92 -154,81	— — —	— — —	—	—	—	—
NiSe ₂	Куллерудит	31,88	— — —	— — —	+103,41 +3,24 +24,74	-10,61 -0,33 -2,54	+75,41 +2,37 +18,04	— — —	—	—	—	—
Ni ₂ (SiO ₄)	Оргосиликат искусствен- ный	—	-1 428 310 — -341 700	-1 315 860 — -314 800	+111,19 — +26,6	-376,96 — -90,03	— — —	+153,15 +22,95 +36,64	+22,95 — +5,49	—	—	1300
Ni ₃ S ₂	Хизлевудит	40,95	-202 730 -4 950 -48 500	-196 880 -4 807 -47 100	+133,76 +3,27 +32,0	-19,30 -0,47 -4,61	+117,54 +2,87 +28,12	— — —	—	—	—	—
α-NiFe ₂ O ₄	Треворит	43,66	-1 075 930 -24 643 -257 400	-967 960 -22 170 -231 570	+131,67 +3,01 +31,5	-362,09 -8,29 -86,50	+145,50 +3,33 +34,81	+132,21 +3,02 +31,63	+118,13 +2,70 +28,26	-19,52 -0,44 -4,67	—	575
Ni ₃ (AsO ₄) ₂ ·8H ₂ O	Аннабергит	185,16	— — —	-3 479 010 -18 789 -832 300	— — —	— — —	— — —	— — —	—	—	—	—
Os	Осмий	—	0 — —	0 — —	+32,65 — —	0 — —	+23,86 — —	+23,86 — —	—	—	—	45
Pb	Свинец	—	0 — —	0 — —	+7,8 +64,75 —	0 — —	+5,70 +26,42 —	+5,70 +23,53 —	— +9,74 —	—	—	330
PbAl ₃ (PO ₄) ₂ (SO ₄)(OH) ₆	Гинсдалит	—	— — —	-4 696 230 — -1 123 500	+15,49 — —	0 — —	+6,32 — —	+5,63 — —	+2,33 — —	—	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-5} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температура, ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c				
				a	b	c					
PbCO ₃	Церуссит	40,60	-702 030 -17 291 -167 950	-628 420 -15 478 -150 340 -479 860	+130,83 +3,22 +31,3	-246,89 -6,08 -53,98	+87,32 +2,15 +20,89	+51,79 +1,28 +12,39	+119,55 +2,94 +28,60	— — —	525
PbCl(OH)	Лаурионит	41,57	—	-114 800	—	—	—	—	—	—	—
PbCl ₂	Котуннит	47,05	-359 060 -7 631 -85 900	-313 830 -6 670 -75 080	+135,85 +2,88 +32,5	-151,64 -3,22 -36,23	+76,91 +1,63 +18,4	+66,71 +1,41 +15,96	+33,44 +0,71 +8,0	— — —	500
PbCl ₂ · 2PbO	Мендипит	100,24	-835 160 -8 331 -199 800	—	—	—	—	—	—	—	—
PbCrO ₄	Крокоит	52,74	-914 170 -17 333 -218 700	-816 100 -15 474 -195 240 -484 340	+169,29 +3,21 +40,5 +114,53	-328,86 -6,24 -78,56 -162,85	— — — —	+121,64 +2,31 +29,1 +80,51	— — — +19,10	— — — -25,79	50 600
PbFCl	Матлокит	36,56	-532 950 -14 577 -127 500	-43 247 -115 970 -947 560 +165,95	+3,13 +27,4 +39,7	-4,45 -38,90 -336,97	— — +119,59	+2,20 +19,26 —	+0,52 +4,57 —	-0,70 -6,17 —	—
PbMoO ₄	Вульфенит	53,87	-1 048 050 -19 455 -250 730	-17 580 -226 690 -188 770	+3,08 +39,7 +66,46	-6,26 -80,50 -100,70	+2,22 +28,61 +45,77	— — +36,11	— — +32,44	— — —	489
α-PbO	Глёт («красн. модиф.»)	23,91	-248 780 -9 150 -52 340	-7 895 -45 160 -187 720	+2,78 +15,9 +68,63	-4,21 -24,06 -98,53	+1,91 +10,95 +45,73	+1,51 +8,64 +46,31	+1,36 +7,76 +11,33	— — -3,55	489—
PbO	Массикот («желт. модиф.»)	23,15	-217 110 -9 378 -51 940	-8 108 -44 910 -217 360	+2,96 +16,42 +71,73	-4,26 -23,54 -197,85	+1,98 +10,94 +60,94	+2,00 +11,08 +50,09	+0,49 +2,71 +32,60	-0,15 -0,85 —	900 725
PbO ₂	Платтнерит	24,77	-276 340 -11 156 -66 110	-8 775 -52 000 -98 650	+2,90 +17,16 +91,12	-7,99 -47,265 -5,40	+2,46 +14,58 +49,45	+2,02 +12,7 +44,56	+1,32 +7,80 +16,38	— — —	625
PbS	Галенит	31,495	-100 320 -3 185 -24 000	-3 132 -23 600 -811 760	+2,89 +21,8 +148,43	-0,17 -1,29 -357,75	+1,57 +11,83 +103,12	+1,41 +10,66 +45,81	+0,52 +3,92 +17,56	— — —	825
PbSO	Англезит	47,96	-918 430 -19 149 -219 720	-16 925 -194 200	+3,09 +35,51	-7,46 -85,46	+2,15 +24,67	+0,96 +10,96	+0,37 +4,20	— —	—

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-5} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температура, ра, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
-628 420	+130,83	-246,89	+87,32	+51,79	+119,55	—	525
-15 478	+3,22	-6,08	+2,15	+1,28	+2,94	—	—
-150 340	+31,3	-53,98	+20,89	+12,39	+28,60	—	—
-479 860	—	—	—	—	—	—	—
-114 800	—	—	—	—	—	—	—
-313 830	+135,85	-151,64	+76,91	+66,71	+33,44	—	500
-6 670	+2,88	-3,22	+1,63	+1,41	+0,71	—	—
-75 080	+32,5	-36,23	+18,4	+15,96	+8,0	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-816 100	+169,29	-328,86	—	+121,64	—	—	50
-15 474	+3,21	-6,24	—	+2,31	—	—	—
-195 240	+40,5	-78,56	—	+29,1	—	—	—
-484 340	+114,53	-162,85	—	+80,51	+19,10	-25,79	600
-17 333	+114,53	-162,85	—	+80,51	+19,10	-25,79	600
-218 700	+3,13	-4,45	—	+2,20	+0,52	-0,70	—
-532 950	+27,4	-38,90	—	+19,26	+4,57	-6,17	—
-14 577	+165,95	-336,97	+119,59	—	—	—	—
-127 500	+3,08	-6,26	+2,22	—	—	—	—
-1 048 050	+39,7	-80,50	+28,61	—	—	—	—
-19 455	+66,46	-100,70	+45,77	+36,11	+32,44	—	489
-250 730	+2,78	-4,21	+1,91	+1,51	+1,36	—	—
-248 780	+15,9	-24,06	+10,95	+8,64	+7,76	—	—
-9 150	+68,63	-98,53	+45,73	+46,31	+11,33	-3,55	489—
-52 340	+2,96	-4,26	+1,98	+2,00	+0,49	-0,15	900
-217 110	+16,42	-23,54	+10,94	+11,08	+2,71	-0,85	—
-9 378	+71,73	-197,85	+60,94	+50,09	+32,60	—	725
-51 940	+2,90	-7,99	+2,46	+2,02	+1,32	—	—
-276 340	+17,16	-47,265	+14,58	+12,7	+7,80	—	—
-11 156	+91,12	-5,40	+49,45	+44,56	+16,38	—	625
-66 110	+2,89	-0,17	+1,57	+1,41	+0,52	—	—
-100 320	+21,8	-1,29	+11,83	+10,66	+3,92	—	—
-3 185	+148,43	-357,75	+103,12	+45,81	+17,56	—	825
-24 000	+3,09	-7,46	+2,15	+0,96	+0,37	—	—
-918 430	+35,51	-85,46	+24,67	+10,96	+4,20	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0
PbSeO ₃	Молибдоменит	—	-533 790
PbSeO ₄	Керстенит	—	-127 700 -616 130
PbSiO ₃	Аламосит	—	-147 400 -1 144 610
PbSe	Клаусталит	34,609	-273 830 -102 830
PbTe	Алтаит	40,606	-2 971 -24 600 -68 470
PbWO ₄	Штольцит	54,11	-1 686 -16 380 -1 120 660
Pb ₂ (CO ₃)Cl ₂	Фосгенит	—	-20 710 -268 100
Pb ₂ (SO ₄)O	Ланаркит	—	-1 170 400 -280 000
Pb ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	Гидроцеруссит	—	—
Pb ₃ (Si ₂ O ₇)	Барисилит	—	—
Pb ₅ (PO ₄) ₃ Cl	Пироморфит	189,80	—
Pd	Палладий	—	0 0

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^6$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-504 360	+142,12	-374,38	—	—	—	—	—
-120 660	+34,0	-89,42	—	—	—	—	—
-1 061 130	+109,52	-281,28	+89,95	+159,09	+40,55	-58,14	725
-253 860	+26,2	-67,18	—	—	—	—	—
-101 570	+102,41	-4,43	+21,52	+38,06	+9,70	-13,91	—
-2 934	+2,96	-0,13	+50,16	—	—	—	—
-24 300	+24,5	-10,6	+1,45	—	—	—	—
-69 390	+117,40	+3,26	+12,0	—	—	—	—
-1 709	+2,89	+0,08	+50,49	—	—	—	—
-16 600	+28,1	+0,78	+1,24	—	—	—	—
-1 019 500	+168,04	-338,97	+12,08	—	—	—	—
-18 841	+3,11	-6,26	+119,67	+119,13	+39,37	—	825
-243 900	+40,2	-80,98	+2,21	+2,20	+0,73	—	—
-951 370	—	—	+28,63	+28,50	+9,42	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-227 600	—	—	—	—	—	—	—
-1 031 210	+206,49	-466,85	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-246 700	+49,4	-111,50	—	—	—	—	—
-1 709 370	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
-408 940	—	—	—	—	—	—	—
—	+290,93	-657,84	—	—	—	—	—
—	+69,6	-157,12	—	—	—	—	—
-3 503 260	—	—	—	—	—	—	—
-18 457	—	—	—	—	—	—	—
-838 100	—	—	—	—	—	—	—
0	+37,87	0	+25,96	+24,24	-5,77	—	1500
0	+9,06	0	+6,21	+5,80	-1,38	—	—

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0
PdO	Палладинит	—	-118 710
Pt	Платина	—	-28 400
PtS	Куперит	22,15	0
RuS ₂	Лаурит	26,4	-81 510
S	Сера ромбическая	—	-3 679
Se	Селен	—	-19 500
Sb	Сурьма	—	—
Sb ₂ O ₃	Сенармонтит	52,21	—
Sb ₂ O ₃	Валентинит	50,01	0
Sb ₂ S ₃	Антимонит	73,414	—
SeO ₂	Селенолит	26,69	—
α -SiC	Муассанит	12,46	—

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
—	+35,95	-104,33	—	+13,79	+59,36	—	625
—	+8,6	-24,92	—	+3,30	+14,2	—	—
0	+41,59	0	+25,83	+24,24	-5,39	—	1725
—	+9,95	0	+6,18	+5,80	-1,29	—	—
-76 080	+55,01	-18,35	+43,35	+46,56	+11,95	—	725
-3 434	+2,48	-0,83	+1,96	+2,10	+0,54	—	—
-18 200	+13,16	-4,38	+10,37	+11,14	+2,86	—	—
—	+52,25	-39,80	—	—	—	—	—
—	+1,98	-1,51	—	—	—	—	—
—	+12,5	-9,51	—	—	—	—	—
0	+31,77	0	+22,61	+14,96	+26,08	—	96
—	—	—	—	—	—	—	—
0	+7,60	0	+5,41	+3,58	+6,24	—	—
0	+42,09	0	+25,33	+13,79	+36,78	—	220
—	—	—	—	—	—	—	—
0	+10,07	0	+6,06	+3,30	+8,80	—	—
0	+45,64	0	+25,20	+23,03	+7,27	—	630
—	—	—	—	—	—	—	—
0	+10,92	0	+6,03	+5,51	+1,74	—	—
-640 380	+132,30	-266,22	+104,50	+79,84	+71,48	—	650
-12 265	+2,53	-5,10	+2,00	+1,53	+1,37	—	—
-153 200	+31,65	-63,60	+25,00	+19,1	+17,1	—	—
-631 180	+140,91	-257,61	+111,81	—	—	—	—
-12 621	+2,82	-5,15	+2,24	—	—	—	—
-151 000	+33,71	-61,54	+26,75	—	—	—	—
-708 090	+181,83	-4,76	+119,76	+101,16	+55,18	—	550
-14 158	+2,48	-0,06	+1,63	+1,38	+0,75	—	—
-169 400	+43,5	-1,14	+28,65	+24,2	+13,2	—	—
-157 590	+66,63	-180,29	+58,27	—	—	—	—
-2 146	+2,50	-6,75	+2,18	—	—	—	—
-37 700	+15,94	-43,07	+13,94	—	—	—	—
-225 130	+16,47	-8,07	+26,67	+41,51	+8,02	-15,30	1525
-8 434	+1,32	-0,65	+2,14	+3,33	+0,64	-1,23	—
-53 860	+3,94	-1,93	+6,38	+9,93	+1,92	-3,66	—
-62 700	—	—	—	—	—	—	—
-5 032	—	—	—	—	—	—	—
-15 000	—	—	—	—	—	—	—

ДЖ/МОЛЬ
ДЖ/СМ³
КАЛ/МОЛЬ

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /МОЛЬ	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химиче- ских элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температу- ра, °С, для использо- вания коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
SiO ₂	α-Кварц	22,29	-910 070 -40 823 -217 720	-855 690 -38 388 -204 710	+41,30 +1,85 +9,88	-182,34 -8,18 -43,56	+44,39 +1,99 +10,62	+46,90 +2,10 +11,22	+34,28 +1,54 +8,20	-11,29 -0,51 -2,70	575
SiO ₂	β-Кварц	23,72	-	-	-	-	-	+60,23 +2,54 +14,41	+8,11 +0,34 +1,94	-	575— 1725
SiO ₂	α-Кристобалит	25,74	-907 390 -35 252 -217 080	-853 430 -33 155 -204 170	+43,35 +1,68 +10,37	-180,29 -7,00 -43,07	+44,14 +1,71 +10,56	+17,89 +0,70 +4,28	+88,03 +3,42 +21,06	-	250
SiO ₂	β-Кристобалит	27,38	-	-	-	-	-	+60,19 +0,71 +14,40	+8,53 +0,10 +2,04	-	250— 1725
SiO ₂	α-Тридимит	26,53	-908 190 -34 232 -217 270	-854 470 -32 207 -204 420	+43,47 +1,64 +10,4	-180,17 -6,79 -43,04	+44,56 +1,68 +10,66	+13,67 +0,52 +3,27	+13,66 +3,91 +24,80	-	117
SiO ₂	β-Тридимит	27,42	-	-	-	-	-	+57,01 +2,08 +13,64	+11,03 +0,40 +2,64	-	117— 1680
SiO ₂	Козсит	20,64	-905 010 -43 847 -216 510	-850 300 -41 196 -203 440	+40,34 +1,95 +9,65	-183,30 -8,88 -43,77	+45,35 +2,20 +10,85	-	-	-	-
SiO ₂	Стишовит	14,02	-860 660 -64 431 -205 900	-802 270 -57 264 -191 930	+27,75 +1,98 +6,64	-195,89 -13,98 -46,80	+42,93 +3,06 +10,27	-	-	-	-
SiO ₂	Кремнезем аморфный	-	-900 790 -215 500	-848 160 -202 910	+46,82 +11,2	-176,82 -42,23	+44,31 +10,6	+55,93 +13,38	+15,38 +3,68	-14,42 -3,45	1725
Sn	Белое олово	-	0	0	+51,50	0	+26,96	+21,57	+18,14	-	232
SnO ₂	Касситерит	21,55	-580 270 -26 926 -138 820	-519 410 -24 102 -124 260	+52,25 +2,42 +12,5	-204,08 -9,47 -48,75	+52,54 +2,44 +12,57	+73,82 +3,43 +17,66	+10,03 +0,47 +2,40	-21,57 -1,00 -5,16	1225
α-SnS	Герценбергия	29,01	-100 320 -3 458 -24 000	-98 440 -3 393 -23 550	+76,91 +2,65 +18,4	-6,36 -0,22 -1,52	+49,20 +1,70 +11,77	+35,65 +1,23 +8,53	+31,27 +1,08 +7,48	+3,76 +0,13 +0,9	600

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0
α -SrCO ₃	Стронцианит	39,01	-1 231 430 -31 567 -294 600
SrSO ₄	Целестин	46,25	-1 466 430 -31 706 -350 820
Ta	Тантал	—	0 — 0
Te	Теллур	—	0 — 0
TeO ₂	Теллуриит	27,75	-321 440 -11 583 -76 900
ThO ₂	Торианит	26,38	-1 225 580 -46 458 -293 200
TiN	Осборнит	11,56	-337 330 -29 180 -80 700
TiO ₂	Рутил	18,80	-943 630 -50 193 -225 750
TiO ₂	Анатаз	20,49	-937 200 -45 739 -224 210
Tl ₂ O ₃	Авиценнит	43,83	-410 480 -9 365 -98 200
UO ₂	Уранинит	24,62	-1 083 870 -44 023 -259 300
(UO ₂)CO ₃	Резерфордин	—	-1 694 570 — -405 400

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-5} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
-1 151 210	+96,98	-269,08	+81,34	+98,31	+26,42	-21,23	925
-29 510	+2,49	-6,90	+2,09	+2,52	+0,68	-0,54	
-275 410	+23,2	-64,28	+19,46	+23,52	+6,32	-5,08	1225
-1 352 060	+110,77	-383,75	—	+91,12	+55,59	—	
-29 233	+2,40	-8,30	—	+1,97	+1,20	—	
-323 460	+26,5	-91,68	—	+21,80	+13,30	—	
0	+41,46	0	+25,33	+26,37	+1,67	-1,34	2725
0	—	—	—	—	—	—	
0	+9,92	0	+6,06	+6,34	+0,40	-0,32	450
0	+49,45	0	+25,75	+19,10	+22,07	—	
0	—	—	—	—	—	—	
0	+11,83	0	+6,16	+4,57	+5,28	—	
-264 340	+58,52	-195,76	—	+65,12	+14,55	-5,02	730
-9 525	+2,11	-7,05	—	+2,35	+0,52	-0,18	
-63 240	+14,0	-46,77	—	+15,58	+3,48	-1,2	
-1 167 890	+65,17	-193,00	+61,70	+66,21	+12,04	-6,69	1725
-44 271	+2,47	-7,32	+2,34	+2,51	+0,46	-0,25	
-279 400	+15,59	-46,11	+14,76	+15,84	+2,88	-1,60	
-308 690	+30,10	-96,06	+37,03	+49,78	+3,93	-12,37	1725
-26 703	+2,60	-8,31	+3,20	+4,31	+0,34	-1,07	
-73 850	+7,20	-22,95	+8,86	+11,91	+0,94	-2,96	
-888 460	+50,33	-185,01	+55,01	+75,11	+1,17	-18,18	1525
-47 258	+2,68	-9,84	+2,93	+4,00	+0,06	-0,97	
-212 550	+12,04	-44,20	+13,16	+17,97	+0,28	-4,35	
-881 900	+49,87	-185,47	+55,26	+74,53	+2,09	-17,68	1000
-224 210	+2,43	-9,05	+2,70	+3,64	+0,10	-0,86	
-210 980	+11,93	-44,31	+13,22	+17,83	+0,50	-4,23	
-321 020	+135,01	-300,55	—	—	—	—	
-7 324	+3,08	-6,86	—	—	—	—	
-76 800	+32,3	-71,80	—	—	—	—	
-1 031 080	+78,08	-176,91	+64,08	+80,26	+6,77	-16,54	1225
-41 879	+3,17	-7,19	+2,60	+3,26	+0,27	-0,67	
-246 870	+18,68	-42,26	+15,33	+19,20	+1,62	-3,96	
-1 568 750	+146,30	-421,66	+125,40	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
-375 300	+35,0	-100,71	+39,0	—	—	—	

Дж/моль
Дж/см³
ккал/моль

Минералы

Продолжение табл. 1

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0	Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^8$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
								a	b	c	
$(\text{UO}_2)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Скупит	65,48	-1 825 360 -27 876 -436 690	-1 637 100 -25 001 -391 650	+191,86 +2,93 +45,9	-631,27 -9,64 -150,80	— — —	— — —	— — —	— — —	—
$\text{VO}(\text{OH})_2$	Датгонит	—	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
V_2O_3	Карелианит	30,27	-1 217 590 -40 224 -291 290	-1 137 880 -37 591 -272 220	+98,56 +3,26 +23,58	-267,36 -8,83 -63,87	+103,12 +3,41 +24,67	+122,68 +4,05 +29,35	+19,90 +0,66 +4,76	-22,65 -0,75 -5,42	1525
V_2O_4	Парамонтрозент	—	-1 426 050 — -341 160	-1 317 120 — -315 100	+102,99 — +24,64	-365,35 — -87,26	+116,87 — +27,96	+149,23 — +35,70	+14,21 — +3,40	-32,94 — -7,88	72— 1545
V_2O_5	Ванадиевая охра	—	-1 549 270 — -370 640	-1 418 110 — -339 260	+130,83 — +31,3	-439,92 — -105,07	+127,53 — +30,51	+194,54 — +46,54	+16,30 — +3,90	-55,26 — -13,22	670
$\text{WO}_2(\text{OH})_2$	Тунгстит	—	-1 130 810 — -270 530	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	—
WS_2	Тунгстенит	32,07	-202 730 -6 321 -48 500	-203 570 -6 347 -48 700	+68,13 +2,12 +16,3	-28,01 -0,87 -6,69	— — —	— — —	— — —	— — —	—
Zn	Цинк	—	0 — —	0 — —	+41,59 — —	0 — —	+25,37 — —	+22,36 — —	+10,03 — —	— — —	420
ZnAl_2O_4	Ганит	39,79	— — —	— — —	+9,95 — —	0 — —	+6,07 — —	+5,35 +101,99 +2,56	+2,40 +84,85 +2,13	— — —	1023
ZnCO_3	Смитсонит	28,28	-814 260 -28 792 -194 800	-733 170 -25 925 -175 400	+82,35 +2,91 +19,7	-272,21 -9,63 -65,03	+79,63 +2,82 +19,05	+38,87 +1,37 +9,30	+137,94 +4,88 -33,00	— — —	500
ZnFe_2O_4	Франклинит	44,95	-1 170 820 -26 047 -281 100	-1 064 850 -23 689 -254 750	+151,52 +3,37 +36,25	-353,99 -7,87 -84,57	+142,83 +3,17 +34,17	+115,83 +2,57 +27,71	+74,07 +1,64 +17,72	— — —	1025
ZnO	Цинкит	14,34	-350 370 -24 433 -83 820	-320 440 -22 345 -76 660	+43,60 +3,04 +10,43	-100,40 -7,00 -23,99	+40,21 +2,80 +9,62	+48,95 +3,41 +11,71	+5,10 +0,36 +1,22	-9,11 -0,64 -2,18	1725

Дж/моль
Дж/см³
кал/моль

Формула	Минерал или вещество	Мольный объем V_m , см ³ /моль	Стандартная энтальпия ΔH_{298}^0
α -ZnS	Сфалерит	23,834	+208 160 -8 733 -48 800
β -ZnS	Вюртцит	23,85	-194 790 -3 904 -46 200
ZnSO ₄	Цинкозит	41,58	-867 770 -20 869 -23 541 -234 180
ZnSO ₄ ·6H ₂ O	Бианкит	—	-2 774 140 — -554 470
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	Госларит	148,08	-2 559 910 -17 287 -612 420
ZnSe	Штиллит	27,427	-735 440 -164 270 -5 989 -39 300
ZnTiO ₃	Титанат искусственный	—	-1 295 800 — -370 000
Zn ₂ (SiO ₄)	Виллемит	52,42	-1 640 020 -31 286 -392 350
Zn ₂ TiO ₄	Шпинелид искусственный	—	-1 649 430 — -367 500
Zn ₃ (AsO ₄) ₂ ·2,5H ₂ O	Леграндит	—	-2 608 740 — -394 600
ZrO ₂	Бадделит	21,15	-1 099 510 -51 986 -263 040
Zr(SiO ₄)	Циркон	39,27	-1 988 430 -50 634 -475 700

Стандартный потенциал Гиббса ΔZ_{298}^0	Стандартная энтропия S_{298}^0	Энтропия образования из химических элементов при 298° К и 0,1 МПа ΔS_{298}^0	Теплоемкость C_p при 298° К и 0,1 МПа	Коэффициенты уравнения $C_p = a + bT \cdot 10^{-3} + cT^{-2} \cdot 10^5$			Граничная температура, °С, для использования коэффициентов a, b, c
				a	b	c	
-203 570	+57,68	-15,68	+46,31	+49,20	+5,27	-4,85	1000
-8 541	+2,42	-0,66	+1,94	+2,06	+0,22	-0,20	
-48 700	+13,8	-3,75	+11,08	+11,77	+1,26	-1,16	1000
-93 120	+67,72	-5,64	—	+49,41	+4,85	-4,35	
-3 904	+2,84	-0,24	—	+2,07	+0,20	-0,18	
-46 200	+16,2	-1,35	—	+11,82	+1,16	-1,04	
-867 770	+110,35	-372,67	+98,98	+71,35	+86,94	—	725
-20 869	+2,65	-8,96	+2,38	+1,72	+2,09	—	
-23 541	+26,4	-89,03	+23,68	+17,07	+20,80	—	
-2 317 680	+363,24	-1516,97	+357,35	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
-554 470	+86,9	-362,31	+85,49	—	—	—	
-2 559 910	+388,32	-1724,75	+381,09	—	—	—	
-17 287	+2,62	-11,65	+2,57	—	—	—	
-612 420	+92,9	-412,03	+91,17	—	—	—	
-168 040	+82,76	-0,92	—	+50,12	+5,77	—	
-6 126	+3,02	-0,00	—	+1,83	+0,21	—	
-40 200	+19,8	-0,22	—	+11,99	+1,38	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
-1 526 620	+131,25	-380,40	+123,23	+148,64	+22,99	+11,70	1300
-29 122	+2,50	-7,26	+2,35	+2,84	+0,44	+0,22	
-365 220	+31,4	-90,37	+29,48	+35,56	+5,50	+2,8	
-1 536 150	+142,96	-380,39	+166,45	+166,45	+23,16	-32,14	1525
—	—	—	—	—	—	—	
-367 500	+34,2	-90,85	+39,82	+39,82	+5,54	-7,69	
-2 608 740	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
-624 100	—	—	—	—	—	—	
-1 041 950	+50,66	-193,00	+56,01	+69,55	+7,52	-14,04	1200
-49 264	+2,39	-9,12	+2,64	+3,28	+0,35	-0,66	
-249 270	+12,12	-46,11	+13,40	+16,64	+1,80	-3,36	
-1 874 310	+84,44	-382,86	+52,30	+131,59	+16,38	-33,77	1525
-47 728	+2,15	-9,75	+1,34	+3,35	+0,42	-0,86	
-448 400	+20,2	-91,46	+12,56	+31,48	+3,92	-8,08	



ТАБЛИЦА 2

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ H₂O-ЖИДКОСТИ
ПРИ СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ

Константа	Обозначение	Система СИ		Практическая система	
		Единицы измерения	Значение	Единицы измерения	Значение
Температура Давление	$T_0; t_0$ P_0	К МПа	298,15 0,101325	°C атм	25 1 (760 мм рт. ст.)
Удельный объем Плотность	v_0 ρ	м ³ /кг кг/м ³	0,0010031 997,1	см ³ /г г/см ³	1,0031 0,997
Молекулярная масса Мольный объем	M V_0	— м ³ /моль	18,01 0,018069	— см ³ /моль	18,01 18,069
Мольная теплоемкость при постоянном давлении	C_p (298)	Дж/(моль·К)	75,37	кал/(моль·°C)	17,995
Стандартная мольная энтропия	S_{298}^0	Дж/(моль·К)	69,96	кал/(моль·°C)	16,71
Стандартная мольная энтропия образования	ΔS_{298}^0	Дж/(моль·К)	-163,4	кал/(моль·°C)	-39,0
Стандартная мольная энтальпия	ΔH_{298}^0	Дж/моль	-285 840	кал/моль	-68 315
Стандартный мольный изобарно-изотермический потенциал (потенциал Гиббса)	ΔZ_{298}^0	Дж/моль	-237 337	кал/моль	-56 687
Коэффициент теплопроводности	λ_0	Дж/(м·К·с)	0,606	кал/(м·°C·ч)	521
Коэффициент динамической вязкости	μ_0	Па·с	0,000894	Пз	0,00894
Коэффициент поверхностного натяжения	σ_0	Н/м	0,072	дин/см	71,96
Кинетический диаметр молекулы	σ_{298}	м	$0,478 \cdot 10^{-9}$	Å	4,78
Коэффициент самодиффузии	D_0	м ² /с	$2,43 \cdot 10^{-9}$	см ² /с	$24,3 \cdot 10^{-6}$

ТАБЛИЦА 3

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ H₂O-ГАЗА
В ГИПОТЕТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ, ОТВЕЧАЮЩЕМ СТАНДАРТНЫМ УСЛОВИЯМ

Константа	Обозначение	Система СИ		Практическая система	
		Единицы измерения	Значение	Единицы измерения	Значение
Мольная теплоемкость при постоянном давлении	C_p^0 (г)	Дж/(моль·К)	33,56	кал/(моль·°C)	8,025
Стандартная мольная энтропия	S^0 (г)	Дж/(моль·К)	188,74	кал/(моль·°C)	45,104
Стандартная мольная энтропия образования	ΔS^0 (г)	Дж/(моль·К)	-44,43	кал/(моль·°C)	-10,6
Стандартная мольная энтальпия	ΔH^0 (г)	Дж/моль	-241 840	кал/(моль·°C)	-57 796
Стандартный мольный изобарно-изотермический потенциал (потенциал Гиббса)	ΔZ^0 (г)	Дж/моль	-228 800	кал/моль	-54 634



ТАБЛИЦА 4

СВОЙСТВА H₂O НА ЛИНИИ НАСЫЩЕНИЯ (ПО ТЕМПЕРАТУРАМ)
(энергетические величины — отрицательные, знак «минус» в таблице опущен)

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$V, \text{см}^3/\text{г}$		ΔH		ΔZ	Коэффициент летучести газа
		Жидкость	Газ	Жидкость	Газ	Жидкость, газ	
100	0,101	1,044	1673	280 340 66 910	239 780 57 230	243 490 58 110	0,9855
125	0,321	1,064	793	278 440 66 450	239 080 57 060	245 740 58 640	0,9750
150	0,476	1,091	392,6	276 500 65 990	238 480 56 920	247 700 59 120	0,9607
175	0,892	1,121	216,6	274 560 65 530	237 980 56 800	249 610 59 570	0,9417
200	1,555	1,156	127,2	272 460 65 030	237 640 56 720	253 260 60 440	0,9182
225	2,55	1,199	78,37	270 480 64 550	237 440 56 670	245 230 60 680	0,8804
250	3,978	1,251	50,06	268 360 64 050	237 440 56 670	254 510 60 740	0,8584
275	5,949	1,317	32,74	267 700 63 890	237 780 56 750	261 200 62 390	0,8277
300	8,592	1,404	21,64	263 680 62 930	238 440 56 910	265 580 63 380	0,7841
325	12,057	1,529	14,17	260 980 62 290	239 580 57 180	267 530 63 850	0,7426
350	16,537	1,741	8,80	257 680 61 590	241 975 57 830	269 230 64 260	0,6987
374	22,09	2,80	3,47	251 380 60 000	249 280 59 490	273 450 65 260	0,6125
374,15*	22,12		3,17		250 240 59 720	273 510 65 280	0,6120

* Критическая точка H₂O.

Дж/моль
кал/моль

H₂O

ТАБЛИЦА 5

СВОЙСТВА H₂O НА ЛИНИИ НАСЫЩЕНИЯ (ПО ДАВЛЕНИЯМ)
(энергетические величины — отрицательные, знак «минус» в таблице опущен)

p, МПа	t, °C	V, см ³ /г		ΔH		ΔZ	Коэффициент летучести газа
		Жидкость	Газ	Жидкость	Газ	Жидкость, газ	
0,1	99,6	1,0432	1694	280 380 66 920	239 740 57 220	242 730 57 930	0,9355
0,5	151,8	1,0926	374,7	276 380 65 960	238 380 56 890	247 430 59 050	0,9613
1,0	179,9	1,1273	194,6	274 120 65 420	237 780 56 750	250 170 59 710	0,9374
1,5	198,3	1,1539	131,7	272 660 65 070	237 580 56 700	252 220 60 200	0,9199
2,0	212,4	1,1770	99,6	271 500 64 800	237 440 56 670	253 550 60 510	0,9051
2,5	223,9	1,1972	79,9	270 520 64 560	237 380 56 650	254 900 60 840	0,8914
5,0	263,9	1,2857	39,4	267 080 63 740	237 580 56 700	259 240 61 870	0,8389
7,5	290,5	1,3673	25,3	264 760 63 190	238 180 56 840	263 510 62 890	0,7992
10,0	311	1,4521	18,01	262 580 62 670	238 780 56 990	264 840 63 210	0,7494
12,5	327,8	1,547	13,5	260 680 62 210	239 740 57 220	266 740 63 660	0,7378
15,0	342,1	1,658	10,35	258 880 61 780	240 940 57 500	268 440 64 070	0,7127
17,5	354,6	1,801	7,94	257 080 61 360	242 680 57 920	270 240 64 500	0,6882
20,0	365,7	2,04	5,85	254 880 60 830	244 480 58 350	271 240 64 740	0,6492
22,12	374,15 *	3,17		250 240 59 720		273 510 65 280	0,6120

* Критическая точка H₂O.

H₂O

ТАБЛИЦА 6

КОНСТАНТЫ H₂O ПРИ КРИТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ

Константа	Система СИ		Система МКГСС		Внесистемные единицы	
	Единицы измерения	Значение	Единицы измерения	Зна- чение	Единицы измерения	Значение
Температура	К	647,3	—	—	°C	374,15
Давление	МПа	22,12	кгс/см ²	225,6	атм	218,2
Удельный объем	м ³ /кг	0,00317	—	—	см ³ /г	3,17
Плотность	кг/м ³	315,5	кгс·с ² /м ²	32,2	г/см ³	0,316
Мольный объем	м ³ /кмоль	0,0568	—	—	см ³ /моль	56,8
Мольная энтропия	Дж/(моль·К)	143	—	—	кал/(моль·°C)	34,3
Мольная энтальпия	Дж/моль	-250 240	—	—	кал/моль	-65 900
Мольный потенциал Гиббса	Дж/моль	-273 510	—	—	кал/моль	-65 200
Коэффициент теплопроводности	Дж/(м·К·с)	0,250	—	—	кал/(см·°C·ч)	0,291
Коэффициент динамической вязкости	Па·с	350·10 ⁻⁶	—	—	Пз	3500·10 ⁻⁶
Коэффициент летучести	—	0,612	—	0,612	—	0,612

ТАБЛИЦА 7

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ NaCl НА ПАРАМЕТРЫ
КРИТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ H₂O

Концентрация NaCl, % по массе	Критическое давление насыщенного раствора H ₂ O—NaCl, МПа	Критическая температура насыщенного раствора H ₂ O—NaCl, °C
0	22,1	374,15
0,6	23,4	380
1,7	26,0	390
2,6	28,5	400
5,0	35,6	425
7,1	42,2	450
9,3	50,5	475
11,5	59,0	500
13,6	67,0	525
15,6	76,0	550
17,6	84,5	575
19,6	92,2	600
21,5	100,2	625
23,2	108,2	650
24,8	116,3	675
26,4	123,7	700

Примечание. Критическая температура H₂O увеличивается при добавлении других компонентов, например: на 38,0° C при увеличении концентрации KCl на 0,684 моль/л; на 25,15° C при увеличении концентрации KI на 0,342 моль/л.

УДЕЛЬНЫЕ
(для получения мольных объемов зна

ОБЪЕМЫ H₂O
чения из таблицы умножить на 18,01)

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,1	1,0031	1,0121	1695	1937	2172	2405	2638	2871	3102	3334	3565
1	1,0027	1,0117	1,0430	1,0902	206,0	232,6	257,8	282,2	306,5	330,3	359,9
5	1,0008	1,0098	1,0408	1,0876	1,1530	1,2492	45,39	51,95	57,81	63,32	68,58
10	0,9987	1,0075	1,0386	1,0845	1,1482	1,240	1,3970	22,46	26,45	29,78	32,81
15	0,9966	1,0054	1,0363	1,0815	1,1439	1,2330	1,3771	11,50	15,68	18,47	20,80
20	0,9943	1,0033	1,0339	1,0784	1,1393	1,2256	1,3598	1,665	9,98	12,72	14,78
25	0,9921	1,0012	1,0316	1,0753	1,1349	1,2183	1,3446	1,602	6,02	9,17	11,13
30	0,9899	0,9992	1,0293	1,0722	1,1305	1,2115	1,3311	1,556	2,83	6,72	8,69
35	0,9875	0,9971	1,0267	1,0697	1,127	1,205	1,319	1,522	2,130	4,906	6,953
40	0,9858	0,9951	1,0248	1,0665	1,1225	1,199	1,308	1,489	1,919	3,691	5,627
45	0,9837	0,9931	1,0226	1,0638	1,119	1,193	1,298	1,463	1,810	2,920	4,637
50	0,9817	0,9911	1,0204	1,0610	1,115	1,187	1,288	1,443	1,736	2,492	3,892
60	0,9776	0,9872	1,0161	1,056	1,107	1,176	1,270	1,409	1,638	2,085	2,955
70	0,9737	0,9834	1,0119	1,051	1,101	1,166	1,255	1,382	1,572	1,894	2,465
80	0,9700	0,9798	1,0080	1,046	1,094	1,157	1,240	1,358	1,522	1,774	2,189
90	0,9663	0,9763	1,0041	1,041	1,088	1,148	1,228	1,337	1,482	1,691	2,015
100	0,9635	0,9733	1,0020	1,036	1,082	1,140	1,214	1,312	1,444	1,631	1,894
110	0,9602	0,9700	0,9966	1,032	1,076	1,132	1,203	1,294	1,416	1,581	1,804
120	0,9569	0,9668	0,9930	1,028	1,070	1,125	1,192	1,278	1,390	1,539	1,737
130	0,9537	0,9637	0,9896	1,023	1,066	1,118	1,183	1,264	1,368	1,503	1,677
140	0,9506	0,9606	0,9862	1,020	1,061	1,111	1,174	1,251	1,349	1,473	1,629
150	0,9475	0,9576	0,9830	1,016	1,056	1,105	1,165	1,239	1,331	1,446	1,588
160	0,9445	0,9546	0,9798	1,012	1,051	1,099	1,157	1,227	1,314	1,421	1,553
170	0,9416	0,9517	0,9767	1,008	1,047	1,093	1,149	1,217	1,299	1,399	1,521
180	0,9387	0,9489	0,9736	1,005	1,042	1,087	1,141	1,206	1,285	1,380	1,493
190	0,936	0,946	0,971	1,001	1,038	1,082	1,134	1,197	1,272	1,362	1,468
200	0,933	0,943	0,968	0,998	1,034	1,077	1,128	1,188	1,260	1,345	1,445
220	0,928	0,938	0,962	0,991	1,026	1,067	1,115	1,171	1,237	1,315	1,405
240	0,923	0,933	0,957	0,985	1,018	1,058	1,103	1,156	1,218	1,289	1,371
260	0,918	0,928	0,951	0,979	1,011	1,045	1,092	1,142	1,200	1,266	1,341
280	0,913	0,923	0,946	0,973	1,004	1,040	1,082	1,129	1,183	1,245	1,314
300	0,908	0,919	0,941	0,968	0,998	1,033	1,072	1,117	1,168	1,226	1,291
320	0,904	0,914	0,937	0,962	0,992	1,025	1,063	1,106	1,155	1,209	1,263
340	0,900	0,910	0,932	0,957	0,986	1,018	1,055	1,096	1,142	1,193	1,250
360	0,895	0,906	0,928	0,952	0,980	1,012	1,047	1,086	1,130	1,178	1,232
380	0,891	0,902	0,923	0,948	0,975	1,005	1,039	1,077	1,119	1,165	1,216
400	0,888	0,898	0,919	0,943	0,970	0,999	1,032	1,068	1,108	1,152	1,201

Давление, МПа	Температура, °С										
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
0,1	3797	4028	4260	4491	4722	4952	5183	5413	5644	5874	0,1
1	377,6	401,0	424,6	447,7	471,1	494,2	517,4	540,6	563,8	587,0	1
5	73,70	78,70	83,57	88,42	93,23	98,03	102,7	107,5	112,3	117,0	5
10	35,66	38,37	40,97	43,57	46,06	48,56	51,03	53,47	55,89	58,29	10
15	22,91	24,90	26,77	28,57	30,33	32,06	33,78	35,41	37,10	38,73	15
20	16,53	18,16	19,67	21,09	22,49	23,83	25,15	26,40	27,71	28,94	20
25	12,72	14,13	15,42	16,62	17,79	18,91	20,00	21,00	22,08	23,10	25
30	10,16	11,44	12,59	13,65	14,65	15,62	16,55	17,41	18,34	19,19	30
35	8,340	9,516	10,56	11,53	12,43	13,25	14,12	14,85	15,76	16,41	35
40	6,983	8,094	9,057	9,937	10,74	11,52	12,27	12,96	13,66	14,34	40
45	5,929	6,982	7,886	8,707	9,458	10,17	10,84	11,49	12,11	12,71	45
50	5,114	6,109	6,959	7,721	8,426	9,081	9,705	10,30	10,88	11,43	50
60	3,951	4,828	5,593	6,271	6,892	7,454	8,008	8,531	9,034	9,522	60
70	3,224	3,973	4,648	5,257	5,813	6,324	6,811	7,276	7,726	8,162	70
80	2,759	3,382	3,975	4,520	5,020	5,481	5,922	6,344	6,750	7,143	80
90	2,456	2,969	3,484	3,970	4,419	4,840	5,240	5,624	5,996	6,356	90
100	2,250	2,672	3,115	3,545	3,952	4,335	4,696	5,041	5,370	5,687	100
110	2,099	2,453	2,835	3,217	3,585	3,935	4,267	4,584	4,888	5,181	110
120	1,985	2,287	2,619	2,958	3,291	3,611	3,917	4,210	4,492	4,763	120
130	1,896	2,157	2,448	2,750	3,052	3,345	3,627	3,899	4,161	4,414	130
140	1,823	2,053	2,310	2,581	2,854	3,124	3,385	3,637	3,881	4,118	140
150	1,762	1,967	2,197	2,441	2,690	2,938	3,180	3,415	3,643	3,864	150
160	1,711	1,895	2,102	2,324	2,552	2,780	3,004	3,224	3,438	3,645	160
170	1,666	1,834	2,022	2,224	2,433	2,644	2,853	3,059	3,259	3,455	170
180	1,627	1,781	1,953	2,138	2,331	2,527	2,722	2,915	3,103	3,288	180
190	1,593	1,735	1,893	2,064	2,243	2,425	2,607	2,788	2,966	3,140	190
200	1,562	1,694	1,841	1,999	2,165	2,335	2,506	2,676	2,844	3,009	200
220	1,508	1,624	1,752	1,890	2,035	2,184	2,336	2,487	2,638	2,786	220
240	1,463	1,567	1,680	1,802	1,930	2,063	2,199	2,335	2,470	2,605	240
260	1,425	1,519	1,621	1,730	1,845	1,964	2,086	2,209	2,332	2,455	260
280	1,392	1,477	1,570	1,669	1,773	1,881	1,991	2,104	2,216	2,329	280
300	1,362	1,441	1,526	1,616	1,711	1,810	1,911	2,014	2,118	2,222	300
320	1,336	1,409	1,487	1,571	1,658	1,749	1,842	1,937	2,033	2,129	320
340	1,312	1,380	1,453	1,530	1,611	1,695	1,782	1,870	1,959	2,048	340
360	1,291	1,355	1,423	1,495	1,570	1,648	1,729	1,811	1,894	1,978	360
380	1,271	1,331	1,395	1,463	1,533	1,606	1,682	1,758	1,836	1,915	380
400	1,253	1,310	1,370	1,434	1,500	1,569	1,639	1,712	1,785	1,858	400

Давление, МПа	Температура, °C										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
420	0,884	0,894	0,915	0,938	0,964	0,993	1,025	1,060	1,098	1,141	1,187
440	0,880	0,890	0,911	0,934	0,960	0,987	1,018	1,052	1,089	1,130	1,174
460	0,876	0,887	0,907	0,930	0,955	0,982	1,012	1,044	1,080	1,119	1,161
480	0,873	0,883	0,904	0,926	0,950	0,977	1,006	1,037	1,072	1,109	1,150
500	0,870	0,880	0,900	0,922	0,946	0,972	1,000	1,030	1,064	1,100	1,139
550	0,861	0,872	0,891	0,912	0,935	0,959	0,986	1,014	1,045	1,078	1,114
600	0,854	0,864	0,883	0,903	0,925	0,948	0,973	1,000	1,028	1,059	1,092
650	0,846	0,857	0,876	0,895	0,915	0,938	0,962	0,987	1,014	1,042	1,073
700	0,840	0,850	0,869	0,887	0,907	0,928	0,951	0,974	1,000	1,027	1,055
750	0,833	0,844	0,862	0,880	0,898	0,919	0,940	0,963	0,987	1,012	1,039
800	0,827	0,838	0,856	0,873	0,891	0,910	0,931	0,953	0,975	0,999	1,024
850	0,821	0,832	0,850	0,866	0,884	0,902	0,922	0,943	0,964	0,987	1,011
900	0,816	0,827	0,844	0,860	0,877	0,894	0,913	0,933	0,954	0,970	0,999
950	0,811	0,822	0,839	0,854	0,870	0,887	0,906	0,925	0,945	0,966	0,987
1 000	*	0,816	0,834	0,849	0,862	0,881	0,898	0,916	0,936	0,956	0,976
1 200	*	0,799	0,815	0,828	0,842	0,857	0,872	0,888	0,904	0,921	0,939
1 400	*	0,783	0,799	0,811	0,824	0,838	0,850	0,864	0,878	0,894	0,909
1 600	*	*	0,784	0,796	0,808	0,820	0,832	0,844	0,857	0,870	0,884
1 800	*	*	0,772	0,783	0,793	0,804	0,816	0,827	0,839	0,851	0,863
2 000	*	*	0,760	0,770	0,781	0,791	0,801	0,812	0,823	0,834	0,845
2 200	*	*	0,750	0,760	0,769	0,779	0,788	0,798	0,809	0,819	0,830
2 400	*	*	0,740	0,749	0,758	0,768	0,777	0,786	0,796	0,806	0,816
2 600	*	*	*	0,740	0,749	0,757	0,766	0,775	0,784	0,793	0,803
2 800	*	*	*	0,731	0,740	0,748	0,756	0,765	0,774	0,782	0,791
3 000	*	*	*	0,723	0,731	0,739	0,747	0,755	0,764	0,772	0,780
3 200	*	*	*	0,716	0,723	0,731	0,738	0,746	0,754	0,762	0,770
3 400	*	*	*	*	0,716	0,723	0,730	0,738	0,746	0,754	0,761
3 600	*	*	*	*	0,708	0,716	0,723	0,730	0,738	0,745	0,753
3 800	*	*	*	*	0,702	0,709	0,716	0,723	0,730	0,737	0,744
4 000	*	*	*	*	0,695	0,702	0,709	0,716	0,723	0,730	0,737
4 200	*	*	*	*	*	0,696	0,702	0,709	0,716	0,723	0,730
4 400	*	*	*	*	*	0,690	0,696	0,703	0,709	0,716	0,722
4 600	*	*	*	*	*	0,684	0,690	0,696	0,703	0,709	0,716
4 800	*	*	*	*	*	0,678	0,684	0,691	0,697	0,703	0,710
5 000	*	*	*	*	*	0,673	0,679	0,685	0,691	0,697	0,703
6 000	*	*	*	*	*	*	0,655	0,660	0,665	0,671	0,676
7 000	*	*	*	*	*	*	*	0,639	0,644	0,649	0,654
8 000	*	*	*	*	*	*	*	*	0,624	0,630	0,634
9 000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,614	0,617
10 000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,603

Примечание. Здесь и дальше звездочкой отмечены узловые точки, соответствующие

Давление, МПа	Температура, °C									
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
420	1,237	1,290	1,347	1,407	1,470	1,535	1,601	1,669	1,738	1,808
440	1,221	1,272	1,326	1,383	1,442	1,504	1,567	1,631	1,696	1,762
460	1,207	1,255	1,307	1,361	1,417	1,475	1,535	1,596	1,658	1,721
480	1,193	1,240	1,289	1,340	1,394	1,449	1,506	1,564	1,623	1,683
500	1,181	1,225	1,272	1,321	1,372	1,425	1,480	1,535	1,591	1,648
550	1,152	1,192	1,237	1,279	1,325	1,372	1,421	1,471	1,521	1,572
600	1,127	1,164	1,202	1,243	1,284	1,328	1,372	1,417	1,462	1,509
650	1,105	1,139	1,174	1,211	1,250	1,289	1,329	1,371	1,412	1,455
700	1,085	1,116	1,149	1,184	1,219	1,255	1,293	1,331	1,369	1,408
750	1,067	1,096	1,127	1,159	1,192	1,226	1,260	1,296	1,332	1,368
800	1,051	1,078	1,107	1,137	1,177	1,199	1,232	1,264	1,298	1,332
850	1,036	1,062	1,089	1,117	1,146	1,176	1,206	1,237	1,268	1,300
900	1,022	1,047	1,072	1,099	1,126	1,154	1,182	1,212	1,241	1,271
950	1,010	1,033	1,057	1,082	1,108	1,133	1,161	1,189	1,217	1,245
1 000	0,998	1,020	1,043	1,067	1,091	1,116	1,142	1,168	1,194	1,221
1 200	0,957	0,976	0,996	1,016	1,036	1,057	1,078	1,100	1,122	1,144
1 400	0,925	0,942	0,958	0,976	0,993	1,011	1,030	1,048	1,067	1,086
1 600	0,898	0,913	0,928	0,944	0,959	0,975	0,991	1,007	1,024	1,041
1 800	0,876	0,889	0,903	0,916	0,931	0,945	0,959	0,974	0,989	1,004
2 000	0,857	0,869	0,881	0,894	0,906	0,919	0,932	0,946	0,959	0,973
2 200	0,840	0,851	0,862	0,874	0,886	0,897	0,909	0,922	0,934	0,947
2 400	0,826	0,836	0,846	0,857	0,867	0,878	0,890	0,901	0,912	0,924
2 600	0,812	0,822	0,832	0,841	0,851	0,862	0,872	0,882	0,893	0,904
2 800	0,800	0,809	0,818	0,828	0,837	0,847	0,856	0,866	0,876	0,886
3 000	0,789	0,798	0,806	0,815	0,824	0,833	0,842	0,851	0,861	0,870
3 200	0,779	0,787	0,795	0,804	0,812	0,821	0,829	0,838	0,847	0,856
3 400	0,769	0,777	0,785	0,793	0,801	0,809	0,818	0,826	0,834	0,843
3 600	0,760	0,768	0,776	0,783	0,791	0,799	0,807	0,815	0,823	0,831
3 800	0,752	0,759	0,767	0,774	0,782	0,789	0,797	0,804	0,812	0,820
4 000	0,744	0,751	0,758	0,766	0,773	0,780	0,787	0,795	0,802	0,810
4 200	0,736	0,743	0,750	0,757	0,764	0,771	0,778	0,786	0,793	0,800
4 400	0,729	0,736	0,743	0,750	0,756	0,763	0,770	0,777	0,784	0,791
4 600	0,722	0,729	0,736	0,742	0,749	0,756	0,762	0,769	0,776	0,782
4 800	0,716	0,722	0,729	0,735	0,742	0,748	0,755	0,761	0,768	0,774
5 000	0,710	0,716	0,722	0,729	0,735	0,741	0,748	0,754	0,760	0,767
6 000	0,682	0,688	0,693	0,699	0,705	0,710	0,716	0,722	0,728	0,733
7 000	0,658	0,664	0,669	0,674	0,679	0,684	0,690	0,695	0,700	0,706
8 000	0,638	0,643	0,648	0,652	0,657	0,662	0,667	0,672	0,677	0,682
9 000	0,621	0,625	0,629	0,633	0,638	0,642	0,646	0,651	0,656	0,660
10 000	0,606	0,610	0,613	0,617	0,620	0,624	0,628	0,632	0,637	0,641

щие кристаллическому состоянию. Линией разделены поля H₂O-газ и H₂O-жидкость.

Дж/моль
ккал/моль

МОЛЬНЫЕ ЭНТАЛЬПИИ Н₂O (все величины

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,1	286 000 68 260	284 120 67 810	239 600 57 180	237 900 56 780	236 100 56 350	234 100 55 870	232 000 55 370	230 700 55 060	228 900 54 630	226 100 53 960	225 150 53 740
1	285 980 68 250	284 090 67 800	280 340 66 910	276 500 65 990	236 800 56 520	234 900 56 060	233 000 55 610	231 000 55 130	229 200 54 700	226 400 54 030	225 400 53 790
5	285 920 68 240	284 030 67 790	280 290 66 890	276 450 65 980	272 500 65 040	268 400 64 060	235 200 56 130	232 600 55 510	230 400 54 990	228 400 54 510	226 050 53 950
10	285 830 68 220	283 960 67 770	280 210 66 880	276 400 65 870	272 400 65 010	268 380 64 050	263 700 62 940	235 200 56 130	232 100 55 390	229 650 54 810	227 350 54 260
15	285 750 68 200	283 880 67 750	280 110 66 850	276 330 65 950	272 350 65 000	268 360 64 050	263 750 62 950	236 800 56 440	234 300 55 920	231 150 55 170	228 450 54 520
20	285 660 68 180	283 790 67 730	280 070 66 840	276 260 65 930	272 300 64 990	268 340 64 040	263 800 62 960	238 300 56 880	237 300 56 630	232 900 55 580	229 700 54 820
25	285 580 68 160	283 720 67 713	279 980 66 820	276 180 65 910	272 290 64 990	268 320 64 040	263 850 62 970	258 600 61 720	241 450 57 620	234 850 56 050	231 000 55 130
30	285 500 68 140	283 650 67 700	279 910 66 800	276 130 65 900	272 280 64 980	268 300 64 030	263 900 62 980	258 900 61 790	243 100 58 020	237 200 56 610	232 500 55 490
35	285 430 68 130	283 580 67 680	278 860 66 790	276 120 65 890	272 250 64 980	268 280 64 030	263 960 63 000	259 120 61 840	252 040 61 350	239 840 57 240	234 030 55 850
40	285 340 68 100	283 510 67 660	279 800 66 780	276 060 65 880	272 230 64 970	268 260 64 020	264 030 63 010	259 290 61 880	253 090 60 400	240 580 57 420	235 700 56 250
45	285 280 68 080	283 440 67 650	279 740 66 760	276 000 65 870	272 190 64 960	268 240 64 020	264 050 63 020	259 430 61 920	253 660 60 540	245 000 58 470	237 300 56 630
50	285 130 68 060	283 360 67 630	279 670 66 750	275 940 65 860	272 140 64 950	268 210 64 010	264 050 63 090	259 500 61 930	254 090 60 640	246 680 58 870	238 660 56 960
60	285 030 68 030	283 190 67 590	279 540 66 720	275 820 65 830	272 050 64 930	268 160 64 000	264 040 63 020	259 620 61 960	254 660 60 780	248 610 59 330	241 440 57 620
70	284 880 67 990	283 060 67 560	279 410 66 680	275 710 65 800	271 960 64 910	268 090 63 980	264 040 63 020	259 760 62 000	254 940 60 840	249 590 59 570	243 150 58 030
80	284 720 67 950	282 920 67 520	279 340 66 670	275 580 65 770	271 850 64 880	268 030 63 970	264 030 63 010	259 770 62 000	255 210 60 910	250 190 59 710	244 410 58 330
90	284 570 67 920	282 770 67 490	279 220 66 640	275 470 65 740	271 760 64 860	267 970 63 950	264 030 63 010	259 840 62 010	255 410 60 960	250 620 59 810	245 260 58 530
100	284 410 67 860	282 620 67 430	279 130 66 580	275 310 65 720	271 650 64 950	267 910 63 940	264 020 63 010	260 020 62 030	255 630 61 000	250 060 59 880	246 470 58 750
110	283 370 67 630	281 570 67 200	278 840 66 550	275 240 65 690	271 600 64 820	267 820 63 920	263 970 63 000	259 900 62 030	255 720 61 030	251 140 59 940	246 580 58 850
120	283 200 67 590	281 400 67 160	278 720 66 520	275 120 65 660	271 470 64 790	267 740 63 900	263 890 62 980	259 900 62 030	255 760 61 040	251 360 59 990	246 950 58 940

H₂O

ТАБЛИЦА 9

отрицательные, знак «минус» в таблице опущен)

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
0,1	223 100 53 240	221 150 52 780	219 250 52 330	217 300 51 860	215 150 51 350	212 900 50 810	210 900 50 330	208 850 49 840	206 800 49 360	204 500 48 810	0,1
1	223 350 53 300	221 400 52 840	219 450 52 370	217 450 51 900	215 450 51 420	213 300 50 910	211 250 50 420	209 050 49 890	207 000 49 400	204 750 48 870	1
5	224 000 53 460	221 950 52 970	219 900 52 480	217 750 51 970	215 700 51 480	213 650 50 990	211 600 50 500	209 300 49 950	207 250 49 460	205 050 48 940	5
10	224 300 53 680	222 550 53 110	220 550 52 640	218 200 52 080	216 100 51 580	214 050 51 080	211 950 50 580	209 600 50 020	207 500 49 520	205 300 49 000	10
15	225 950 53 930	223 500 53 340	221 150 52 780	218 950 52 260	216 650 51 710	214 400 51 170	212 300 50 670	209 900 50 010	207 800 49 590	205 550 49 060	15
20	226 900 54 150	224 350 53 540	221 900 52 960	219 450 52 370	217 100 51 810	214 800 51 260	212 650 50 750	210 150 50 160	208 000 49 640	205 800 49 120	20
25	227 900 54 390	225 300 53 770	222 600 53 130	220 050 52 520	217 700 51 960	215 200 51 360	212 900 50 810	210 450 50 230	208 250 49 700	206 050 49 180	25
30	229 100 54 680	226 100 53 960	223 200 53 270	220 750 52 680	218 150 52 060	215 600 51 400	213 300 50 900	210 800 50 310	208 450 49 750	206 300 49 240	30
35	230 180 54 940	226 950 54 160	224 020 53 460	221 270 52 810	218 660 52 190	216 220 51 600	213 630 50 980	211 200 50 400	208 790 49 830	206 420 49 260	35
40	231 290 55 200	227 870 54 370	224 720 53 630	221 880 52 950	219 180 52 310	216 590 51 690	214 050 51 080	211 540 50 490	209 100 49 900	206 770 49 350	40
45	232 430 55 470	228 700 54 580	225 420 53 800	222 450 53 090	219 660 52 420	217 000 51 790	214 410 51 170	211 830 50 560	209 390 49 970	206 940 49 390	45
50	233 540 55 740	229 530 54 780	226 110 53 960	223 040 53 230	220 160 52 540	217 430 51 890	214 780 51 260	212 180 50 640	209 670 50 040	207 210 49 450	50
60	235 670 56 240	231 160 55 170	227 440 54 280	224 180 53 500	221 160 52 780	218 270 52 090	215 520 51 440	212 860 50 800	210 270 50 180	207 710 49 570	60
70	237 810 56 760	232 870 55 580	228 770 54 600	225 280 53 770	221 890 52 960	219 070 52 280	216 210 51 600	213 450 50 940	210 770 50 300	208 140 49 680	70
80	239 160 57 080	234 210 55 900	229 920 54 870	226 320 54 010	222 940 53 210	219 810 52 460	216 840 51 750	213 990 51 070	211 220 50 410	208 540 49 770	80
90	240 360 57 360	235 450 56 190	231 110 55 160	227 260 54 240	223 770 53 400	220 510 52 630	217 450 51 900	214 500 51 190	211 670 50 520	208 830 49 840	90
100	240 580 57 550	236 690 56 400	232 260 55 350	228 190 54 460	224 660 53 620	221 210 52 790	218 060 52 040	215 000 51 310	212 120 50 630	209 330 49 960	100
110	241 800 57 710	237 110 56 590	232 750 55 550	228 770 54 600	225 130 53 730	221 730 52 920	218 630 52 180	215 410 51 460	212 680 50 760	209 880 50 090	110
120	242 350 57 840	237 780 56 750	233 470 55 720	229 440 54 760	225 760 53 880	222 360 53 070	219 180 52 310	216 160 51 590	213 230 50 890	210 380 50 210	120

Дж/моль
ккал/моль

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
130	283 030 67 550	281 230 67 120	278 550 66 480	274 990 65 630	271 390 64 770	267 660 63 880	263 840 62 970	259 900 62 030	255 840 61 060	251 570 60 040	247 250 59 010
140	282 950 67 530	281 110 67 090	278 420 66 450	274 860 65 600	271 260 64 740	267 570 63 860	263 760 62 950	259 860 62 020	255 840 61 060	251 650 60 060	247 460 59 060
150	282 780 67 490	280 980 67 060	278 300 66 420	274 740 65 570	271 130 64 710	267 450 63 830	263 720 62 940	259 860 62 020	255 880 61 070	251 780 60 090	247 460 59 100
160	282 610 67 450	280 810 67 020	278 130 66 380	274 610 65 540	271 010 64 680	267 360 63 810	263 630 62 920	259 780 62 000	255 880 61 070	251 820 60 100	247 750 59 130
170	282 490 67 420	280 690 66 990	278 010 66 350	274 490 65 510	270 920 64 660	267 280 63 790	263 550 62 900	259 740 61 990	255 880 61 070	251 900 60 120	247 880 59 160
180	282 360 67 390	280 560 66 960	277 880 66 320	274 360 65 480	270 800 64 530	267 150 63 760	263 470 62 880	259 700 61 980	255 840 61 060	251 900 60 120	247 960 59 180
190	282 200 67 350	280 390 66 920	277 710 66 280	274 240 65 450	270 670 64 600	267 070 63 740	263 380 62 860	259 600 61 960	255 840 61 060	251 900 60 120	248 010 59 190
200	282 030 67 310	280 230 66 880	277 590 66 250	274 110 65 420	270 550 64 570	266 940 63 710	263 300 62 840	259 570 61 950	255 800 61 050	251 900 60 120	248 050 59 200
220	281 740 67 240	279 930 66 810	277 340 66 190	273 860 65 360	270 340 64 520	266 740 63 660	263 130 62 800	259 440 61 920	255 720 61 030	251 900 60 120	248 130 59 220
240	281 480 67 180	279 680 66 750	277 040 66 120	273 560 65 290	270 090 64 460	266 520 63 610	262 920 62 750	259 280 61 880	255 590 61 000	251 860 60 110	248 130 59 220
260	281 190 67 110	279 390 66 680	276 750 66 050	273 310 65 230	269 840 64 400	266 320 63 560	262 700 62 700	259 110 61 840	255 460 60 970	251 820 60 100	248 130 59 220
280	280 900 67 040	279 100 66 610	276 500 65 990	273 060 65 170	269 580 64 340	266 060 63 500	262 500 62 650	258 940 61 800	255 340 60 940	251 690 60 070	248 050 59 200
300	280 600 66 970	278 800 66 540	276 200 65 920	272 810 65 110	269 330 64 280	265 810 63 440	262 290 62 600	258 730 61 750	255 170 60 900	251 570 60 040	248 010 59 190
320	280 310 66 900	278 510 66 470	275 950 65 860	272 520 65 040	269 080 64 220	265 600 63 390	262 080 62 550	258 560 61 710	255 000 60 860	251 600 60 000	247 800 59 140
340	280 200 66 830	278 220 66 400	275 700 65 800	272 270 64 980	268 830 64 160	265 350 63 330	261 880 62 500	258 360 61 660	254 840 60 820	251 320 59 980	247 750 59 130
360	279 770 66 770	277 960 66 340	275 410 65 730	272 010 64 920	268 580 64 100	265 140 63 280	261 660 62 450	258 140 61 610	254 670 60 780	251 150 59 940	247 670 59 110
380	279 470 66 700	277 670 66 270	275 120 65 660	271 720 64 850	268 330 64 040	264 890 63 220	261 410 62 390	257 940 61 560	254 500 60 740	250 980 59 900	247 500 59 070
400	279 220 66 640	277 420 66 210	274 860 65 600	271 470 64 790	268 080 63 980	264 640 63 160	261 200 62 340	257 730 61 510	254 210 60 670	250 810 59 860	247 380 59 040
420	278 930 66 570	277 130 66 140	274 610 65 540	271 220 64 730	267 820 63 920	264 390 63 100	260 950 62 280	257 520 61 460	254 080 60 640	250 640 59 820	247 210 59 000

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
130	242 770 57 940	238 330 56 880	235 050 55 860	230 070 54 910	226 340 54 020	222 870 53 190	219 680 52 430	216 660 51 710	213 690 51 000	210 840 50 320	130
140	243 100 58 020	238 790 56 990	234 560 55 980	230 580 55 030	226 850 54 140	223 370 53 310	220 140 52 540	217 120 51 820	214 150 51 110	211 260 50 420	140
150	243 400 58 090	239 160 57 080	235 020 56 090	231 040 55 140	227 310 54 250	223 830 53 420	220 560 52 640	217 540 51 920	214 570 51 210	211 680 50 520	150
160	243 610 58 140	239 460 57 150	235 350 56 170	231 460 55 240	227 730 54 350	224 210 53 510	220 940 52 730	217 920 52 010	214 950 51 300	212 060 50 610	160
170	243 770 58 180	239 710 57 210	235 690 56 250	231 790 55 320	228 100 54 440	224 580 53 600	221 270 52 810	218 260 52 090	215 280 51 380	212 390 50 690	170
180	243 940 58 220	239 920 57 260	235 940 56 310	232 080 55 390	228 400 54 510	224 920 53 680	221 610 52 890	218 550 52 160	215 580 51 450	212 680 50 760	180
190	244 070 58 250	240 090 57 300	236 150 56 360	232 380 55 460	228 690 54 580	225 250 53 760	221 900 52 960	218 840 52 230	215 870 51 520	212 940 50 820	190
200	244 150 58 270	240 250 57 340	236 400 56 420	232 590 55 510	228 940 54 640	225 550 53 830	222 200 53 030	219 140 52 300	216 120 51 580	213 190 50 880	200
220	244 280 58 300	240 460 57 390	236 690 56 490	232 960 55 600	229 320 54 730	225 840 53 900	222 450 53 090	219 390 52 360	216 370 51 640	213 400 50 930	220
240	244 360 58 320	240 590 57 420	236 900 56 540	233 220 55 660	229 650 54 810	226 180 53 980	222 740 53 160	219 600 52 410	216 580 51 690	213 610 50 980	240
260	244 400 58 330	240 720 57 450	237 030 56 570	233 420 55 710	229 900 54 870	226 430 54 040	222 910 53 200	219 760 52 450	216 750 51 730	213 770 51 020	260
280	244 400 58 330	240 760 57 460	237 150 56 600	233 550 55 740	230 070 54 910	226 640 54 090	223 080 53 240	219 930 52 490	216 920 51 770	213 940 51 060	280
300	244 360 58 320	240 760 57 460	237 200 56 610	233 630 55 760	230 200 54 940	226 760 54 120	223 240 53 280	220 100 52 530	217 040 51 800	214 070 51 090	300
320	244 320 58 310	240 760 57 460	237 200 56 610	233 720 55 780	230 240 54 950	226 890 54 150	223 370 53 310	220 230 52 560	217 170 51 830	214 190 51 120	320
340	244 235 58 290	240 720 57 450	237 200 56 610	233 720 55 780	230 320 54 970	226 970 54 170	223 490 53 340	220 350 52 590	217 290 51 860	214 320 51 150	340
360	244 150 58 270	240 630 57 430	237 150 56 600	233 720 55 780	230 320 54 970	226 970 54 170	223 620 53 370	220 690 52 620	217 380 51 880	214 400 51 170	360
380	244 020 58 240	240 510 57 400	237 110 56 590	233 680 55 770	230 320 54 970	227 010 54 180	223 700 53 390	220 560 52 640	217 460 51 900	214 490 51 190	380
400	243 900 58 210	240 460 57 390	237 030 56 570	233 630 55 760	230 280 54 960	227 010 54 180	223 750 53 400	220 600 52 650	217 500 51 910	214 530 51 200	400
420	43 770 58 180	240 340 57 360	236 940 56 550	233 550 55 740	230 200 54 940	226 930 54 160	223 790 53 410	220 640 52 660	217 540 51 920	214 570 51 210	420

Дж/моль
кал/моль

H₂O

Продолжение табл. 9

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
440	278 640 66 500	276 830 66 070	274 320 65 470	270 970 64 670	267 570 63 860	264 140 63 040	260 740 62 230	257 310 61 410	253 870 60 590	250 480 59 780	247 040 58 960
460	278 380 66 440	276 580 66 010	274 070 65 410	270 670 64 600	267 320 63 800	263 890 62 980	260 490 62 170	257 100 61 360	253 700 60 550	250 310 59 740	246 870 58 920
480	278 090 66 370	276 290 65 940	273 770 65 340	270 420 64 540	267 070 63 740	263 680 62 930	260 280 62 120	256 850 61 300	253 450 60 490	250 060 59 680	246 710 58 880
500	277 840 66 310	276 040 65 880	273 520 65 280	270 170 64 480	267 570 63 680	263 380 62 860	260 030 62 060	256 640 61 250	253 240 60 440	249 890 59 640	246 540 58 840
550	277 170 66 150	275 370 65 720	272 810 65 110	269 500 64 320	266 150 63 520	262 800 62 720	259 400 61 910	256 050 61 110	252 700 60 310	249 390 59 520	246 040 58 720
600	276 500 65 990	274 700 65 560	272 180 64 960	268 870 64 170	265 520 63 370	262 170 62 570	258 820 61 770	255 210 60 970	252 150 60 180	248 720 59 360	245 530 58 600
650	275 830 65 830	274 030 65 400	271 510 64 890	268 200 64 010	264 850 63 210	261 540 62 420	258 190 61 620	254 880 60 830	251 570 60 040	248 300 59 260	245 030 58 480
700	275 200 65 680	273 400 65 250	270 840 64 640	267 530 63 850	264 220 63 060	260 910 62 270	257 560 61 470	254 290 60 690	250 980 59 900	247 710 59 120	244 490 58 350
750	274 530 65 520	272 730 65 090	270 590 64 580	266 900 63 700	263 590 62 910	260 280 62 120	256 970 61 330	253 660 60 540	250 390 59 760	247 170 58 990	243 940 58 220
800	273 900 65 370	272 100 64 940	269 500 64 320	266 230 63 540	262 920 62 750	259 650 61 970	256 340 61 180	253 080 60 400	249 810 59 620	246 790 58 900	243 770 58 180
850	273 270 65 220	271 470 64 790	268 870 64 170	265 600 63 390	262 290 62 600	259 020 61 820	255 720 61 030	252 450 60 250	249 220 59 480	246 040 58 720	242 810 57 950
900	272 640 65 070	270 840 64 640	268 200 64 010	264 930 63 230	261 660 62 450	258 355 61 660	255 090 60 880	251 820 60 100	248 630 59 340	245 450 58 580	242 220 57 810
950	272 010 64 920	270 210 64 490	267 530 63 850	264 260 63 070	261 000 62 290	257 730 61 510	254 460 60 730	251 230 59 960	248 010 59 190	244 860 58 440	241 680 57 680
1 000	*	269 580 64 340	266 900 63 700	263 630 62 920	260 370 62 140	257 100 61 360	253 870 60 590	250 600 59 810	247 420 59 050	244 240 58 290	241 050 57 530
1 200	*	267 110 63 750	264 300 63 080	261 040 62 300	257 810 61 530	254 580 60 760	251 400 60 000	248 130 59 220	244 990 58 470	241 850 57 720	238 700 56 970
1 400	*	264 720 63 180	261 790 62 480	258 480 61 690	255 250 60 920	252 070 60 160	248 840 59 390	245 660 58 630	242 520 57 880	239 420 57 140	236 320 56 400
1 600	*	*	259 280 61 880	255 970 61 090	252 740 60 320	249 510 59 550	246 790 58 900	243 190 58 040	240 090 57 300	236 990 56 560	233 880 55 820
1 800	*	*	256 800 61 290	253 450 60 490	250 230 59 720	247 040 58 960	243 860 58 200	240 720 57 450	237 610 56 710	234 560 55 980	231 500 55 250
2 000	*	*	254 330 60 700	250 940 59 890	247 750 59 130	244 570 58 370	241 380 57 610	238 280 56 870	235 180 56 130	232 130 55 400	229 070 54 670

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
440	243 650 58 150	240 210 57 330	236 860 56 530	233 470 55 720	230 160 54 930	226 890 54 150	223 790 53 410	220 640 52 660	217 590 51 930	214 610 51 220	440
460	243 480 58 110	240 090 57 300	236 740 56 500	233 380 55 700	230 070 54 910	226 800 54 130	223 750 53 400	220 560 52 640	217 590 51 930	214 610 51 220	460
480	243 310 58 070	239 960 57 270	236 610 56 470	233 260 55 670	229 990 54 890	226 760 54 120	223 660 53 380	220 480 52 620	217 460 51 900	214 610 51 220	480
500	243 190 58 040	239 840 57 240	236 480 56 440	233 130 55 640	229 860 54 860	226 680 54 100	223 410 53 320	220 310 52 580	217 120 51 820	214 530 51 200	500
550	242 730 57 930	239 420 57 140	236 110 56 350	232 800 55 560	229 570 54 790	226 380 54 030	223 120 53 250	220 100 52 530	216 790 51 740	214 230 51 130	550
600	242 260 57 820	238 960 57 030	235 730 56 260	232 460 55 480	229 190 54 700	226 050 53 950	222 820 53 180	219 760 52 450	216 370 51 640	213 770 51 020	600
650	241 760 57 700	238 490 56 920	235 230 56 140	232 040 55 380	228 820 54 610	225 670 53 860	222 450 53 090	219 390 52 360	215 950 51 540	213 140 50 870	650
700	241 260 57 580	237 990 56 800	234 760 56 030	231 580 55 270	228 400 54 510	225 250 53 760	222 030 52 990	218 810 52 220	215 580 51 450	212 350 50 680	700
750	240 720 57 450	237 490 56 680	234 300 55 920	231 120 55 160	227 940 54 400	224 840 53 660	221 570 52 880	218 380 52 120	215 200 51 360	212 010 50 600	750
800	240 170 57 320	236 990 56 560	233 800 55 800	230 620 55 040	227 480 54 290	224 370 53 550	221 150 52 780	218 000 52 030	214 820 51 270	211 680 50 520	800
850	239 630 57 190	236 440 56 430	233 260 55 670	230 110 54 920	227 010 54 180	223 910 53 440	220 690 52 670	217 590 51 930	214 440 51 180	211 340 50 440	850
900	239 040 57 050	235 900 56 300	232 710 55 540	229 610 54 800	226 510 54 060	223 410 53 320	220 270 52 570	217 170 51 830	214 070 51 090	211 010 50 360	900
950	238 490 56 920	235 350 56 170	232 210 55 420	229 070 54 670	225 970 53 930	222 910 53 200	219 850 52 470	216 790 51 740	213 730 51 010	210 670 50 280	950
1 000	237 910 56 780	234 760 56 030	231 660 55 290	228 520 54 540	225 460 53 810	222 400 53 080	219 430 52 370	216 420 51 650	213 350 50 920	210 340 50 200	1 000
1 200	235 600 56 230	232 500 55 490	229 400 54 750	226 340 54 020	223 280 53 290	220 310 52 580	216 830 51 750	213 860 51 040	210 800 50 310	207 820 49 600	1 200
1 400	233 220 55 660	230 160 54 930	227 100 54 200	224 080 53 480	221 060 52 760	218 050 52 040	214 280 51 140	211 300 50 430	208 280 49 710	205 310 49 000	1 400
1 600	230 870 55 100	227 810 54 370	224 750 53 640	221 780 52 930	218 760 52 210	215 780 51 500	211 720 50 530	208 740 49 820	205 770 49 110	202 800 48 400	1 600
1 800	228 480 54 530	225 420 53 800	222 450 53 090	219 430 52 370	216 260 51 660	213 520 50 960	209 160 49 920	206 190 49 210	203 260 48 510	200 280 47 800	1 800
2 000	226 050 53 950	223 080 53 240	220 060 52 520	217 080 51 810	214 150 51 110	211 220 50 410	206 610 49 310	203 680 48 610	200 740 47 910	197 770 47 210	2 000

Дж/моль
кал/моль

H₂O

Продолжение табл. 9

Давле- ние, МПа	Температура, °C										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2 200	*	*	251 900 60 120	248 510 59 310	245 280 58 540	242 100 57 780	238 960 57 030	235 860 56 290	232 750 55 550	229 700 54 820	226 680 54 100
2 400	*	*	249 430 59 530	246 080 58 730	242 850 57 960	239 670 57 200	236 520 56 450	233 420 55 710	230 320 54 970	227 310 54 250	224 290 53 530
2 600	*	*	*	243 650 58 150	240 420 57 380	237 280 56 630	233 800 55 880	230 990 55 130	227 940 54 400	224 920 53 680	221 900 52 960
2 800	*	*	*	241 260 57 580	238 030 56 050	234 850 55 310	231 750 54 560	228 610 53 830	225 550 53 120	222 570 52 400	219 560 51 680
3 000	*	*	*	238 870 57 010	235 040 56 240	232 500 55 490	229 360 54 740	226 260 54 000	223 200 53 270	220 230 52 560	217 240 51 840
3 200	*	*	*	236 480 56 440	233 300 55 680	230 060 54 930	227 010 54 180	223 750 53 400	220 850 52 710	217 880 52 000	214 860 51 280
3 400	*	*	*	*	230 950 55 120	227 810 54 370	224 660 53 620	221 570 52 880	218 550 52 160	215 830 51 440	212 520 50 720
3 600	*	*	*	*	228 610 54 560	225 500 53 820	222 360 53 070	219 260 52 330	216 290 51 620	213 270 50 900	210 250 50 180
3 800	*	*	*	*	226 300 54 010	223 160 53 260	220 060 52 520	217 000 51 790	213 940 51 060	210 920 50 340	207 950 49 630
4 000	*	*	*	*	224 040 53 470	220 900 52 720	217 800 51 980	214 700 51 240	211 680 50 520	208 660 49 800	205 690 49 090
4 200	*	*	*	*	*	218 630 52 180	215 530 51 440	212 430 50 700	209 420 49 980	206 400 49 260	203 420 48 550
4 400	*	*	*	*	*	216 370 51 640	213 270 50 900	210 210 50 170	207 150 49 440	204 180 48 730	201 200 48 020
4 600	*	*	*	*	*	214 110 51 100	211 010 50 360	207 950 49 630	204 930 48 910	202 880 48 240	199 940 47 480
4 800	*	*	*	*	*	211 890 50 570	208 790 49 830	205 730 49 100	202 710 48 380	199 740 47 670	197 760 46 960
5 000	*	*	*	*	*	209 670 50 040	206 570 49 300	203 510 48 570	200 490 47 850	197 520 47 140	194 540 46 430
6 000	*	*	*	*	*	*	195 710 46 710	192 320 45 900	189 300 45 180	186 540 44 520	183 770 43 860
7 000	*	*	*	*	*	*	*	181 680 43 360	178 740 42 660	176 400 42 100	173 210 41 340
8 000	*	*	*	*	*	*	*	168 890 40 260	165 800 39 570	162 910 38 880	159 910 38 190
9 000	*	*	*	*	*	*	*	*	155 530 37 120	152 770 36 460	149 920 35 780
10 000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	142 670 34 050	139 880 33 390

Давле- ние, МПа	Температура, °C									
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
2 200	223 660 53 380	220 690 52 670	217 710 51 960	214 740 51 250	211 800 50 550	208 910 49 860	204 430 48 790	201 540 48 100	198 610 47 400	195 670 46 700
2 400	221 400 52 820	218 300 52 100	215 370 51 400	212 430 50 700	209 500 50 000	206 10 49 310	202 250 48 270	199 400 47 590	196 470 46 890	193 540 46 190
2 600	219 760 52 450	215 110 51 340	212 980 50 830	210 090 50 140	207 150 49 440	204 260 48 750	200 070 47 750	197 260 47 080	194 330 46 380	191 400 45 680
2 800	216 540 51 680	213 610 50 980	210 670 50 280	207 740 49 580	204 850 48 890	201 960 48 200	197 790 47 230	195 130 46 570	192 200 45 870	189 260 45 170
3 000	214 190 51 120	211 260 50 420	208 330 49 720	205 390 49 020	202 500 48 330	199 650 47 650	195 760 46 720	192 990 46 060	190 060 45 360	187 120 44 660
3 200	211 890 50 570	208 960 49 870	206 020 49 170	203 090 48 470	200 200 47 780	197 350 47 100	193 620 46 210	190 850 45 550	187 920 44 850	184 990 44 150
3 400	209 580 50 020	206 650 49 320	203 720 48 620	200 780 47 920	197 890 47 230	195 090 46 560	193 620 45 700	188 720 45 040	185 780 44 340	182 890 43 650
3 600	207 280 49 470	204 350 48 770	201 410 48 070	198 520 47 380	195 630 46 690	192 780 46 010	189 350 45 190	186 580 44 530	183 650 43 830	180 800 43 150
3 800	204 970 48 920	202 040 48 220	199 150 47 530	196 220 46 830	193 370 46 150	190 520 45 470	187 210 44 680	184 440 44 020	181 510 43 320	178 700 42 650
4 000	202 710 48 380	199 780 47 680	196 850 46 980	194 000 46 300	191 100 45 610	188 260 44 930	185 070 44 170	182 310 43 510	179 370 42 810	176 610 42 150
4 200	200 490 47 850	197 560 47 150	194 620 46 450	191 730 45 760	188 840 45 070	185 990 44 390	182 940 43 660	180 170 43 000	177 240 42 300	174 470 41 640
4 400	198 230 47 310	195 300 46 610	192 400 45 920	189 470 45 220	186 620 44 540	183 770 43 860	180 800 43 150	178 030 42 490	175 100 41 790	172 330 41 130
4 600	196 010 46 780	193 080 46 080	190 180 45 390	187 250 44 690	184 400 44 010	181 530 43 340	178 660 42 640	175 900 41 980	172 960 41 280	170 200 40 620
4 800	193 830 46 260	190 850 45 550	187 960 44 860	185 070 44 170	182 180 43 480	179 370 42 810	176 520 42 130	173 760 41 470	170 870 40 780	168 060 40 110
5 000	191 610 45 730	188 680 45 030	185 780 44 340	182 890 43 650	180 000 42 960	177 200 42 290	174 390 41 620	171 580 40 950	168 770 40 280	165 970 39 610
6 000	180 840 43 160	177 910 42 460	175 020 41 770	171 750 40 990	169 280 40 400	166 430 39 700	164 080 39 160	161 320 38 500	158 630 37 860	155 870 37 200
7 000	170 320 40 650	167 430 39 960	164 540 39 270	161 650 38 580	158 800 37 900	155 990 37 230	153 810 36 710	151 050 36 050	148 490 35 440	145 770 34 790
8 000	160 020 38 190	157 170 37 510	154 320 36 830	151 470 36 150	148 620 35 470	145 810 34 800	143 510 34 250	140 780 33 600	138 350 33 020	135 670 32 380
9 000	149 920 35 780	147 070 35 100	144 260 34 430	141 830 33 850	138 650 33 090	136 220 32 510	133 240 31 800	130 520 31 150	128 260 30 610	125 570 29 970
10 000	139 880 33 390	137 140 32 730	134 330 32 060	131 570 31 400	129 180 30 830	126 080 30 090	123 440 29 460	120 800 28 830	118 160 28 200	115 520 27 570

Дж/моль
кал/моль

МОЛЬНЫЕ ИЗОБАРНО-ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ПО
(все величины отрицательные,

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,1	237 530 56 690	239 160 57 080	243 290 58 060	253 190 60 430	263 300 62 840	273 630 65 300	284 090 67 800	294 740 70 340	305 540 72 920	316 480 75 530	327 510 78 160
1,0	237 360 56 650	239 150 57 070	243 280 58 060	247 830 59 150	254 460 60 730	263 780 62 960	273 300 65 230	282 960 67 530	292 720 69 860	302 630 72 230	312 780 74 650
5	237 230 56 620	239 080 57 060	243 150 58 030	247 780 59 140	252 760 60 320	258 260 61 640	266 110 63 510	274 980 65 630	284 040 67 790	293 330 70 010	302 610 72 220
10	237 150 56 600	238 910 57 020	243 070 58 010	247 650 59 100	252 630 60 290	258 170 61 620	264 220 63 010	271 950 64 900	280 600 66 970	289 490 69 090	298 550 71 250
15	237 070 56 580	238 870 57 010	242 980 57 990	247 560 59 080	252 570 60 280	258 060 61 590	264 100 62 980	270 450 64 550	278 780 66 540	287 360 68 580	296 500 70 760
20	236 980 56 560	238 020 57 000	242 900 57 970	247 500 59 060	252 450 60 250	257 930 61 560	263 970 62 950	270 100 64 460	277 610 66 260	285 980 68 230	294 900 70 380
25	236 900 56 540	238 740 56 980	242 770 57 940	247 380 59 040	252 360 60 220	257 850 61 540	263 890 62 930	269 890 64 410	276 910 66 090	284 970 67 990	293 770 70 110
30	236 820 56 520	238 650 56 950	242 690 57 910	247 300 59 020	252 280 60 210	257 720 61 510	263 760 62 920	269 760 64 380	276 540 66 000	283 920 67 740	292 800 69 880
35	236 730 56 500	238 530 56 930	242 600 57 900	247 170 58 990	252 150 60 180	257 570 61 470	263 630 62 870	269 640 64 350	276 290 65 930	283 760 67 700	292 130 69 720
40	236 650 56 480	238 450 56 910	242 520 57 880	247 090 58 970	252 070 60 160	257 480 61 450	263 510 62 820	269 470 64 310	276 120 65 890	283 420 67 620	291 490 69 570
45	236 520 56 450	238 370 56 890	242 400 57 850	246 960 58 940	251 980 60 140	257 360 61 420	263 380 62 810	269 300 64 270	275 950 65 850	283 080 67 540	291 030 69 460
50	236 440 56 430	238 270 56 870	242 320 57 830	246 870 58 920	251 850 60 110	257 280 61 400	263 040 62 780	269 180 64 240	275 710 65 800	282 750 67 480	290 620 69 360
60	236 270 56 390	238 120 56 830	242 140 57 790	246 750 58 890	251 650 60 060	257 060 61 350	262 840 62 730	268 960 64 190	275 490 65 750	282 450 67 410	290 030 69 220
70	236 060 56 340	237 950 56 790	241 930 57 740	246 620 58 860	251 440 60 010	256 850 61 300	262 630 62 680	268 750 64 140	275 280 65 700	282 150 67 340	289 570 69 110
80	235 900 56 300	237 780 56 750	241 760 57 700	246 460 58 820	251 270 59 970	256 640 61 250	262 420 62 630	268 540 64 090	275 070 65 650	281 860 67 270	289 030 68 980
90	235 690 56 250	237 570 56 700	241 600 57 660	246 200 58 760	251 060 59 920	256 470 61 210	262 210 62 580	268 330 64 040	274 860 65 600	281 570 67 200	288 520 68 860
100	235 480 56 200	237 400 56 660	241 430 57 620	246 040 58 720	250 900 59 880	256 300 61 170	262 000 62 530	268 120 63 990	274 650 65 550	281 270 67 130	288 310 68 810
110	235 310 56 160	237 240 56 620	241 260 57 580	245 870 58 680	250 730 59 840	256 130 61 130	261 830 62 490	267 910 63 940	274 400 65 490	281 020 67 070	288 100 68 760
120	235 140 56 120	237 070 56 580	241 090 57 540	245 700 58 640	250 560 59 800	255 970 61 090	261 660 62 450	267 700 63 890	274 150 65 430	280 730 67 000	287 810 68 690

H₂O

ТАБЛИЦА 10

ТЕНЦИАЛЫ (ПОТЕНЦИАЛЫ ГИББСА) H₂O
знак «минус» в таблице опущен

	Температура, °С										Давле- ние, МПа
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
338 770 80 850	350 070 83 550	361 440 86 260	373 000 89 020	384 570 91 780	396 300 94 580	408 160 97 410	420 010 100 240	432 240 103 160	444 190 106 010	0,1	
323 050 77 100	333 390 79 570	343 790 82 050	354 350 84 570	365 120 87 140	375 870 89 710	386 750 92 310	397 670 94 910	408 720 97 550	419 940 100 220	1,0	
312 690 74 500	321 860 76 820	331 640 79 150	341 460 81 490	351 480 83 880	361 120 86 180	371 690 88 710	382 070 91 190	392 420 93 660	402 940 96 170	5	
307 750 73 450	317 010 75 660	326 510 77 930	336 080 80 210	345 720 82 510	355 580 84 860	365 410 87 210	375 460 89 610	385 470 92 000	395 660 94 430	10	
305 160 72 830	314 360 75 030	323 530 77 220	332 980 79 470	342 350 81 710	351 950 84 000	361 760 86 340	371 580 88 680	382 250 91 230	391 360 93 400	15	
303 400 72 410	312 530 74 590	321 570 76 750	330 840 78 960	340 800 81 170	349 520 83 420	359 210 85 730	368 930 88 050	378 520 90 350	388 450 92 710	20	
302 190 72 120	311 290 74 270	320 060 76 390	329 950 78 580	338 380 80 760	347 730 82 990	357 240 85 260	366 870 87 560	376 380 89 830	386 190 92 170	25	
301 220 71 890	310 060 74 000	318 900 76 110	327 990 78 280	337 100 80 430	346 260 82 640	355 650 84 880	365 280 87 180	374 710 89 430	384 390 91 740	30	
300 430 71 700	309 560 73 790	317 940 75 880	326 940 78 030	335 870 80 160	345 050 82 350	354 310 84 560	363 900 86 850	373 210 89 070	382 880 91 380	35	
299 800 71 550	308 420 73 610	317 110 75 680	326 030 77 810	334 900 79 930	344 000 82 100	353 180 84 290	362 730 86 570	371 950 88 770	381 550 91 060	40	
299 250 71 420	307 800 73 460	316 400 75 510	325 230 77 620	334 110 79 740	343 080 81 880	352 210 84 060	361 680 86 320	370 850 88 510	380 370 90 780	45	
298 750 71 300	307 230 73 310	315 850 75 380	324 530 77 450	333 400 79 570	342 290 81 690	351 330 83 850	360 770 86 100	369 860 88 270	379 300 90 530	50	
297 950 71 110	306 080 73 000	314 710 75 110	323 260 77 150	332 020 79 240	340 810 83 560	350 120 85 690	359 040 87 850	368 090 89 850	377 220 90 030	60	
297 280 70 950	305 280 72 860	313 790 74 890	322 290 76 920	330 880 78 970	339 600 81 050	348 900 83 270	357 620 85 350	366 790 87 540	375 840 89 700	70	
296 780 70 830	304 650 72 710	312 990 74 700	321 460 76 720	329 920 78 740	338 510 80 790	347 730 82 990	356 400 85 060	365 490 87 230	374 500 89 380	80	
296 270 70 710	304 110 72 580	312 320 74 540	320 700 76 540	329 080 78 540	337 630 80 580	346 600 82 720	355 350 84 810	364 370 86 980	373 240 89 080	90	
295 900 70 620	303 310 72 390	311 320 74 300	319 950 76 360	328 240 78 340	336 750 80 370	345 610 82 460	354 390 84 580	363 610 86 780	372 200 88 330	100	
295 480 70 520	303 100 72 340	311 020 74 230	319 240 76 190	327 410 78 140	335 910 80 170	344 580 82 240	353 550 84 380	362 770 86 580	371 400 88 640	110	
295 100 70 430	302 680 72 240	310 520 74 110	318 560 76 030	326 820 78 000	335 240 80 010	343 750 82 040	352 760 84 150	361 970 86 390	370 600 88 450	120	

Дж/моль
кал/моль

H₂O

Продолжение табл. 10

Давле- ние, МПа	Температура, °C										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
130	234 980 56 080	236 900 56 540	240 920 57 500	245 530 58 600	250 390 59 760	255 800 61 050	261 500 62 410	267 490 63 840	273 900 65 370	280 440 66 930	287 520 68 620
140	234 810 56 040	236 740 56 500	240 760 57 460	245 320 58 550	250 230 59 720	255 630 61 010	261 290 62 360	267 280 63 790	273 650 65 310	280 180 66 870	287 220 68 550
150	234 640 56 000	236 570 56 460	240 590 57 420	245 160 58 510	250 060 59 680	255 420 60 960	261 080 62 310	267 070 63 740	273 400 65 250	280 020 66 830	286 930 68 480
160	234 470 55 960	236 400 56 420	240 460 57 390	244 990 58 470	249 890 59 640	255 210 60 910	260 870 62 260	266 860 63 690	273 150 65 190	279 640 66 740	286 640 68 410
170	234 300 55 920	236 230 56 380	240 300 57 350	244 780 58 420	249 720 59 600	255 000 60 860	260 660 62 210	266 650 63 640	272 940 65 140	279 470 66 700	286 390 68 350
180	234 140 55 880	236 060 56 340	240 130 57 310	244 610 58 380	249 510 59 550	254 840 60 820	260 450 62 160	266 400 63 580	272 680 65 080	279 140 66 620	286 090 68 280
190	233 970 55 840	235 900 56 300	239 920 57 260	244 400 58 330	249 350 59 510	254 630 60 770	260 240 62 110	266 190 63 530	272 480 65 030	278 970 66 580	285 840 68 220
200	233 800 55 800	235 730 56 260	239 750 57 220	244 240 58 290	249 140 59 460	254 420 60 720	260 030 62 060	265 980 63 480	272 270 64 980	278 680 66 510	285 550 68 150
220	233 630 55 760	235 440 56 190	239 420 57 140	243 900 58 210	248 800 59 380	254 040 60 630	259 650 61 970	265 560 63 380	271 800 64 870	278 130 66 380	285 040 68 030
240	233 340 55 690	235 140 56 120	239 080 57 060	243 520 58 120	248 380 59 280	253 660 60 540	259 240 61 870	265 140 63 280	271 340 64 760	277 630 66 260	284 540 67 910
260	233 050 55 620	234 810 56 040	238 700 56 970	243 190 58 040	248 050 59 200	253 280 60 450	258 860 61 780	264 740 63 180	270 910 64 660	277 130 66 140	284 080 67 800
280	232 710 55 540	234 470 55 960	238 370 56 890	242 810 57 950	247 670 59 110	252 910 60 360	258 440 61 680	264 300 63 080	270 460 64 550	276 580 66 010	283 580 67 680
300	232 380 55 460	234 140 55 880	238 030 56 810	242 480 57 870	247 290 59 020	252 530 60 270	258 060 61 590	263 970 63 000	270 090 64 460	276 160 65 910	283 120 67 570
320	232 040 55 380	233 930 55 830	237 820 56 760	242 140 57 790	246 960 58 940	252 154 60 180	257 680 61 500	263 510 62 890	269 670 64 360	275 740 65 810	282 660 67 460
340	231 710 55 300	233 470 55 720	237 360 56 650	241 800 57 710	246 620 58 860	251 780 60 090	257 310 61 410	263 130 62 800	269 250 64 260	275 320 65 710	281 940 67 290
360	231 370 55 220	233 130 55 640	237 030 56 570	241 430 57 620	246 250 58 770	251 420 60 000	256 930 61 320	262 710 62 700	268 830 64 160	274 900 65 610	281 740 67 240
380	230 990 55 130	232 800 55 560	236 690 56 490	241 090 57 540	245 870 58 630	251 060 59 920	256 550 61 230	262 340 62 610	268 410 64 060	274 490 65 510	281 320 67 140
400	230 660 55 050	232 460 55 480	236 360 56 410	240 760 57 460	245 530 58 600	250 690 59 830	256 180 61 140	261 960 62 520	268 030 63 970	273 860 65 360	280 900 67 040
420	230 370 54 980	232 170 55 410	236 060 56 340	240 420 57 380	245 200 58 520	250 350 59 750	255 800 61 050	261 580 62 430	267 610 63 870	273 650 65 310	280 440 66 930

Давле- ние, МПа	Температура, °C									
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
130	294 850 70 370	302 310 72 150	310 060 74 000	318 060 75 910	326 230 77 860	334 610 79 860	343 080 81 880	352 040 84 020	361 220 86 210	369 850 88 270
140	294 430 70 270	301 890 72 050	309 640 73 900	317 560 75 790	325 630 77 730	334 030 79 720	342 450 81 730	351 370 83 860	360 510 86 040	369 140 88 100
150	294 100 70 190	301 550 71 970	309 220 73 800	317 100 75 680	325 180 77 610	333 480 79 590	341 820 81 580	350 700 83 700	359 800 85 870	368 380 87 920
160	293 800 70 120	301 180 71 880	308 800 73 700	316 680 75 580	324 720 77 500	332 940 79 460	341 280 81 450	350 120 83 560	359 170 85 720	367 710 87 760
170	293 470 70 040	300 840 71 800	308 470 73 620	316 260 75 460	324 310 77 400	332 480 79 350	340 730 81 320	349 570 83 430	358 540 85 570	367 040 87 600
180	293 170 69 970	300 550 71 730	308 090 73 530	315 880 75 390	323 840 77 290	332 020 79 240	340 350 81 230	349 030 83 300	357 990 85 440	366 460 87 460
190	292 880 69 900	300 210 71 650	307 760 73 450	315 510 75 300	323 470 77 200	331 550 79 130	339 770 81 090	348 520 83 180	357 450 85 310	366 870 87 320
200	292 630 69 840	299 920 71 580	307 420 73 370	315 130 75 210	323 050 77 100	331 140 79 030	339 390 81 000	348 020 83 060	356 900 85 180	366 330 87 190
220	292 040 69 700	299 230 71 430	306 920 73 220	314 460 75 050	322 290 76 920	330 340 78 840	338 430 80 770	347 060 82 830	355 940 84 950	364 280 86 940
240	291 540 69 580	298 750 71 300	306 160 73 070	313 750 74 880	321 580 76 760	329 540 78 650	337 630 80 580	346 220 82 630	355 020 84 730	363 270 86 700
260	291 040 69 460	298 200 71 170	305 580 72 930	313 160 74 740	320 870 76 580	328 830 78 480	336 880 80 400	345 420 82 440	354 140 84 520	362 390 86 490
280	290 530 69 340	297 620 71 030	304 990 72 790	312 530 74 590	320 240 76 430	328 120 78 310	336 120 80 220	344 630 82 250	353 340 84 330	361 510 86 280
300	289 990 69 210	297 110 70 910	304 030 72 560	311 900 74 440	319 610 76 280	327 450 78 150	335 410 80 050	343 870 82 070	352 550 84 140	360 720 86 090
320	289 530 69 100	296 610 70 790	303 900 72 530	311 360 74 310	318 980 76 130	326 820 78 000	334 740 79 890	343 160 81 900	351 790 83 960	359 920 85 900
340	289 030 68 980	296 060 70 660	303 360 72 400	310 810 74 180	318 440 76 000	326 480 77 920	334 070 79 730	342 490 81 740	351 080 83 790	359 170 85 720
360	288 560 68 870	295 600 70 550	302 850 72 280	310 270 74 050	317 850 75 860	325 600 77 710	333 480 79 590	341 820 81 580	350 370 83 620	358 450 85 550
380	288 100 68 760	295 100 70 430	302 350 72 160	309 720 73 920	317 270 75 720	325 020 77 570	333 020 79 480	341 190 81 430	349 570 83 460	357 740 85 380
400	287 640 68 650	294 640 70 320	301 850 72 040	309 220 73 800	316 720 75 590	324 430 77 430	332 270 79 300	340 560 81 280	349 070 83 310	357 070 85 220
420	287 220 68 550	294 180 70 210	301 340 71 920	308 680 73 670	316 180 75 460	323 890 77 300	331 640 79 150	339 930 81 130	348 440 83 160	356 400 85 060

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
440	230 030 54 900	231 830 55 330	235 730 56 260	240 090 57 300	244 860 58 440	249 980 59 660	255 420 60 960	261 200 62 340	267 240 63 780	273 230 65 210	280 020 66 830
460	229 700 54 820	231 500 55 250	235 390 56 180	239 750 57 220	244 530 58 360	249 600 59 570	255 040 60 870	260 830 62 250	266 840 63 680	272 680 65 080	279 600 66 730
480	229 360 54 740	231 080 55 170	235 060 56 100	239 420 57 140	244 150 58 270	249 260 59 490	254 710 60 790	260 450 62 160	266 440 63 590	272 390 65 010	279 180 66 630
500	229 020 54 660	230 830 55 090	234 720 56 020	239 080 57 060	243 820 58 190	248 930 59 410	254 330 60 700	260 070 62 070	266 060 63 500	271 760 64 860	278 760 66 530
550	228 230 54 470	230 030 54 900	233 930 55 830	238 240 56 860	243 020 58 000	248 050 59 200	253 450 60 490	259 150 61 850	265 100 63 270	271 010 64 680	277 760 66 290
600	227 430 54 280	229 230 54 710	233 130 55 640	237 400 56 660	242 140 57 790	247 210 59 000	252 570 60 280	258 230 61 630	264 180 63 050	269 580 64 340	276 750 66 050
650	226 640 54 090	228 440 54 520	232 340 55 450	236 610 56 470	241 300 57 590	246 330 58 790	251 690 60 070	257 350 61 420	263 260 62 830	269 160 64 240	275 780 65 820
700	225 840 53 900	227 640 54 330	231 540 55 260	235 810 56 280	240 460 57 390	245 490 58 590	250 810 59 860	256 470 61 210	262 340 62 610	267 990 63 960	274 820 65 590
750	225 090 53 720	226 890 54 150	230 780 55 080	235 020 56 090	239 670 57 200	244 650 58 390	249 980 59 660	255 590 61 000	261 460 62 400	267 240 63 780	273 900 65 370
800	224 290 53 530	226 090 53 960	229 990 54 890	234 220 55 900	238 870 57 010	243 860 58 200	249 140 59 460	254 710 60 790	260 580 62 190	266 230 63 540	272 940 65 140
850	223 540 53 350	225 340 53 780	229 230 54 710	233 470 55 720	238 080 56 820	243 020 58 000	248 300 59 260	253 870 60 590	259 700 61 980	265 480 63 360	272 060 64 930
900	222 740 53 160	224 540 53 590	228 440 54 520	232 670 55 530	237 280 56 630	242 220 57 810	246 460 59 060	252 990 60 380	258 820 61 770	264 430 63 110	271 130 64 710
950	221 990 52 980	223 790 53 410	227 680 54 340	231 870 55 340	236 480 56 440	241 430 57 620	246 620 58 860	252 200 60 190	257 980 61 570	263 720 62 940	270 260 64 500
1 000	*	223 030 53 230	226 970 54 170	231 120 55 160	235 690 56 250	240 630 57 430	245 830 58 670	251 360 59 990	257 140 61 370	262 750 62 710	269 330 64 280
1 200	*	220 020 52 510	223 960 53 450	228 100 54 440	232 630 55 520	237 490 56 680	242 680 57 920	248 090 59 210	253 830 60 580	259 400 61 910	265 900 63 460
1 400	*	217 120 51 820	221 060 52 760	225 130 53 730	229 610 54 800	234 430 55 950	239 540 57 170	244 950 58 460	250 600 59 810	256 050 61 110	262 590 62 670
1 600	*	*	218 220 52 080	222 240 53 040	226 680 54 100	231 460 55 240	236 520 56 450	241 850 57 720	247 460 59 060	253 120 60 410	259 320 61 890
1 800	*	*	215 410 51 410	219 430 52 370	223 790 53 410	228 520 54 540	233 550 55 740	238 870 57 010	244 400 58 330	250 180 59 710	256 470 61 210
2 000	*	*	212 640 50 750	216 620 51 700	220 980 52 740	225 640 53 850	230 620 55 040	235 900 56 300	241 430 57 620	246 540 58 840	253 120 60 410

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
440	286 760 68 440	293 720 70 100	301 140 71 870	308 170 73 550	315 670 75 340	323 340 77 170	331 090 79 020	339 350 80 990	347 810 83 010	355 770 84 910	440
460	286 340 68 340	293 260 69 990	300 380 71 690	307 670 73 430	315 170 75 220	322 800 77 040	330 510 78 880	338 720 80 850	347 180 82 860	355 140 84 760	460
480	285 880 68 230	292 800 69 880	299 920 71 580	307 210 73 320	314 670 75 100	322 290 76 920	329 960 78 750	338 220 80 720	346 600 82 720	354 520 84 610	480
500	285 460 68 730	292 380 69 780	299 460 71 470	306 710 73 200	314 170 74 980	321 750 76 790	329 420 78 620	337 630 80 580	346 050 82 590	353 930 84 470	500
550	284 420 67 880	291 460 69 560	298 330 71 200	305 530 72 920	312 910 74 680	320 490 76 490	328 120 78 310	336 290 80 260	344 630 82 250	352 460 84 120	550
600	283 410 67 640	290 240 69 270	297 240 70 940	304 400 72 650	311 740 74 400	319 280 76 200	326 880 78 010	334 990 79 950	343 290 81 930	351 080 83 790	600
650	282 410 67 400	289 190 69 020	296 150 70 680	303 310 72 390	310 600 74 130	318 060 75 910	325 690 77 730	333 730 79 650	342 820 81 820	349 740 83 470	650
700	281 400 67 160	288 190 68 780	295 100 70 430	302 230 72 130	309 520 73 870	316 930 75 640	324 470 77 440	332 520 79 360	341 170 81 430	348 440 83 160	700
750	280 440 66 930	287 140 68 530	294 100 70 190	301 180 71 880	308 420 73 610	315 840 75 380	323 300 77 160	331 340 79 080	339 520 81 030	347 220 82 870	750
800	279 470 66 700	286 180 68 300	293 090 69 950	300 130 71 630	307 380 73 410	314 750 75 120	322 210 76 900	330 130 78 790	338 342 80 750	345 970 82 570	800
850	278 760 66 530	285 210 68 070	292 130 69 720	299 120 71 390	306 330 73 110	313 660 74 860	321 120 76 640	329 040 78 530	337 130 80 460	344 880 82 310	850
900	277 590 66 250	284 290 67 850	291 120 69 480	298 120 71 150	305 320 72 870	312 620 74 610	320 030 76 380	327 950 78 270	336 040 80 200	343 660 82 020	900
950	276 710 66 040	283 330 67 620	290 160 69 250	297 150 70 920	304 280 72 620	311 570 74 360	318 980 76 130	326 860 78 010	334 950 79 940	342 530 81 750	950
1 000	275 780 65 820	282 410 67 400	289 190 69 020	296 150 70 680	303 270 72 380	310 560 74 120	317 940 75 880	325 840 77 760	333 860 79 680	341 400 81 480	1 000
1 200	272 270 64 980	278 800 66 540	285 550 68 150	292 420 69 790	299 500 71 480	306 670 73 190	313 910 74 920	321 710 76 780	329 670 78 680	337 170 80 470	1 200
1 400	268 870 64 170	275 370 65 720	282 030 67 310	288 860 68 940	295 810 70 600	302 900 72 290	310 180 74 030	317 850 75 860	325 730 77 740	333 400 79 570	1 400
1 600	265 560 63 380	272 010 64 920	278 590 66 490	285 380 68 110	292 290 69 760	299 380 71 450	306 500 73 150	314 170 74 980	321 960 76 840	329 330 78 600	1 600
1 800	262 380 62 620	268 790 64 150	275 320 65 710	282 030 67 310	288 900 68 950	295 900 70 620	302 940 72 300	310 560 74 120	318 310 75 970	325 650 77 720	1 800
2 000	259 280 61 880	265 600 63 390	272 100 64 940	278 760 66 530	285 590 68 160	292 540 69 820	299 580 71 500	307 080 73 290	314 840 75 140	322 080 76 870	2 000

Дж/моль
кал/моль

H₂O

Продолжение табл. 10

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2 200	*	*	209 920 50 100	213 860 51 040	218 170 52 070	222 820 53 180	227 770 54 360	233 000 55 610	238 450 56 910	244 110 58 260	250 100 59 690
2 400	*	*	207 240 49 460	211 130 50 390	215 410 51 410	220 020 52 510	224 960 53 690	230 160 54 930	235 600 56 230	241 380 57 610	247 130 58 980
2 600	*	*	*	208 450 49 750	212 680 50 760	217 290 51 860	222 150 53 020	227 310 54 250	232 750 55 550	238 450 56 910	244 190 58 280
2 800	*	*	*	205 810 49 120	210 000 50 120	214 570 51 210	219 430 52 370	224 540 53 590	229 900 54 870	235 730 56 260	241 340 57 600
3 000	*	*	*	203 170 48 490	207 320 49 490	211 890 50 570	216 710 51 720	221 820 52 940	227 100 54 210	232 290 55 440	238 490 56 920
3 200	*	*	*	200 580 47 870	204 720 48 860	209 250 49 940	214 020 51 080	219 090 52 290	224 420 53 560	230 280 54 960	235 440 66 190
3 400	*	*	*	*	202 120 48 240	206 610 49 310	211 380 50 450	216 410 51 650	221 730 52 920	227 560 54 310	232 840 55 570
3 600	*	*	*	*	199 570 47 630	204 010 48 690	208 790 49 830	213 770 51 020	219 050 52 280	224 500 53 580	230 200 54 940
3 800	*	*	*	*	197 010 47 020	201 410 48 070	206 150 49 200	211 180 50 400	216 410 51 650	221 820 52 940	227 480 54 290
4 000	*	*	*	*	194 500 46 420	198 650 47 470	203 590 48 590	208 580 49 780	213 710 51 020	219 170 52 320	224 580 53 660
4 200	*	*	*	*	196 380 46 870	201 040 47 980	205 980 49 160	211 180 50 400	216 590 51 700	222 200 53 030	
4 400	*	*	*	*	198 910 46 280	198 520 47 380	203 470 48 560	208 620 49 790	214 010 51 080	219 600 52 410	
4 600	*	*	*	*	191 400 45 680	196 020 46 790	200 950 47 960	205 640 49 180	211 430 50 460	216 960 51 780	
4 800	*	*	*	*	188 970 45 100	193 680 46 200	198 440 47 360	203 550 48 580	208 910 49 860	214 610 51 220	
5 000	*	*	*	*	186 540 44 520	191 100 45 610	195 920 46 760	200 910 47 950	204 090 48 710	211 890 50 570	
6 000	*	*	*	*	*	179 250 42 780	183 730 43 850	188 760 45 050	194 290 46 370	199 280 47 560	
7 000	*	*	*	*	*	*	174 430 41 630	178 950 42 710	184 360 44 000	189 760 45 290	
8 000	*	*	*	*	*	*	166 470 39 730	172 000 41 050	177 110 42 270		
9 000	*	*	*	*	*	*	159 640 38 100	165 550 39 510			
10 000	*	*	*	*	*	*	152 390 36 370				

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
2 200	256 220 61 150	262 500 62 650	268 960 64 190	275 580 65 770	282 360 67 390	289 280 69 040	296 270 70 710	303 780 72 500	311 440 74 330	318 610 76 040	
2 400	253 200 60 430	259 440 61 920	265 900 63 460	272 480 65 030	279 220 66 640	286 050 68 270	293 010 69 930	300 460 71 710	308 090 73 530	315 260 75 240	
2 600	250 230 59 720	256 470 61 210	262 840 62 730	269 420 64 300	276 080 65 890	282 910 67 520	289 860 69 180	297 240 70 940	304 820 72 750	311 940 74 450	
2 800	247 340 59 030	253 540 60 510	259 860 62 020	266 400 63 580	273 060 65 170	279 850 66 790	286 720 68 430	294 100 70 190	301 640 71 990	308 720 73 680	
3 000	244 490 58 350	250 640 59 820	256 970 61 330	263 420 62 870	269 880 64 410	276 830 66 070	283 660 67 700	291 000 69 450	298 540 71 250	306 480 72 920	
3 200	241 640 57 670	247 800 59 140	254 080 60 640	260 490 62 170	267 070 63 740	273 860 65 360	280 650 66 980	287 940 68 720	295 440 70 610	302 480 72 190	
3 400	238 870 57 010	244 950 58 460	251 230 59 960	257 640 61 490	264 180 63 050	270 920 64 660	277 670 66 270	284 960 68 010	292 880 69 900	299 380 71 450	
3 600	236 110 56 350	242 140 57 790	248 420 59 290	254 790 60 810	261 330 62 370	267 990 63 960	274 740 65 570	281 990 67 300	289 440 69 080	296 360 70 730	
3 800	233 380 55 700	239 420 57 140	245 620 58 620	251 990 60 140	258 480 61 690	265 140 63 280	271 850 64 880	279 100 66 610	286 510 68 380	293 380 70 020	
4 000	230 660 55 050	236 690 56 490	242 890 57 970	249 220 59 480	255 670 61 020	262 340 62 610	269 000 64 200	276 200 65 920	283 580 67 680	290 450 69 320	
4 200	228 020 54 420	234 010 55 850	240 170 57 320	246 460 58 820	252 910 60 360	259 530 61 940	265 770 63 430	273 360 65 240	280 690 66 990	286 720 68 430	
4 400	225 380 53 790	231 330 55 210	237 490 56 680	243 730 58 170	250 140 59 700	256 760 61 280	263 380 62 860	270 550 64 570	277 880 66 320	284 670 67 940	
4 600	222 740 53 160	228 690 54 580	234 810 56 040	241 050 57 530	247 460 59 060	254 040 60 630	260 660 62 210	267 740 63 900	275 050 65 640	281 860 67 270	
4 800	220 180 52 550	226 090 53 960	232 170 55 410	238 410 56 900	244 780 58 420	251 320 59 980	257 890 61 550	264 980 63 240	272 670 64 980	278 170 66 390	
5 000	217 590 51 930	223 490 53 340	229 530 54 810	237 770 56 270	242 100 57 780	248 630 59 340	255 170 60 900	262 250 62 590	269 500 64 320	276 290 65 940	
6 000	205 810 49 120	212 100 50 670	218 550 52 160	224 500 53 580	230 280 54 960	236 320 56 400	242 980 57 990	249 600 59 570	256 340 61 180	262 460 62 640	
7 000	195 420 46 640	200 740 47 910	207 530 49 530	213 310 50 910	219 050 52 280	224 710 53 630	231 750 55 310	237 910 56 780	244 240 58 290	249 100 59 450	
8 000	182 810 43 630	188 680 45 030	194 710 46 470	200 200 47 780	206 440 49 270	212 430 50 700	218 800 52 220	224 580 53 600	231 120 55 160	236 060 56 340	
9 000	174 930 41 750	176 440 42 110	182 310 43 510	188 172 44 910	194 040 46 310	200 030 47 740	205 560 49 060	211 930 50 580	217 670 51 950	223 410 53 320	
10 000	157 630 37 620	162 910 38 880	168 440 40 200	174 140 41 560	180 000 42 960	186 160 44 430	192 320 45 900	198 480 47 370	204 640 48 840	210 800 50 310	

КОЭФФИЦИЕНТЫ ФУГИТИВНОСТИ H₂O

Дав- ле- ние, МПа	Температура, °C													
	25	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
0,1	—	—	—	—	0,995	0,996	0,998	0,969	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,005	0,0065	0,016	0,0545	0,153	0,3585	0,682	0,873	0,929	0,955	0,974	0,985	0,987	0,993
20	0,003	0,0035	0,008	0,0285	0,081	0,1885	0,360	0,738	0,851	0,908	0,944	0,966	0,975	0,985
30	0,002	0,002	0,006	0,020	0,057	0,1325	0,252	0,599	0,779	0,864	0,915	0,900	0,962	0,979
40	0,001	0,0015	0,004	0,0155	0,045	0,104	0,199	0,481	0,739	0,821	0,888	0,928	0,950	0,963
50	0,001	0,0015	0,004	0,013	0,038	0,0875	0,167	0,409	0,647	0,781	0,864	0,913	0,943	0,956
60	0,000	0,001	0,003	0,0115	0,033	0,0765	0,146	0,359	0,593	0,744	0,840	0,899	0,931	0,951
70	0,000	0,0005	0,003	0,0105	0,030	0,069	0,131	0,325	0,548	0,712	0,816	0,885	0,927	0,948
80	0,000	0,0005	0,003	0,0095	0,027	0,063	0,120	0,299	0,512	0,683	0,797	0,872	0,919	0,947
90	0,000	0,000	0,002	0,009	0,025	0,0585	0,112	0,279	0,482	0,657	0,777	0,859	0,912	0,944
100	0,000	0,000	0,002	0,0085	0,024	0,0555	0,105	0,263	0,459	0,632	0,762	0,848	0,905	0,940
110	0,000	0,000	0,002	0,008	0,023	0,053	0,100	0,250	0,440	0,612	0,746	0,838	0,900	0,937
120	0,000	0,000	0,002	0,008	0,022	0,0505	0,096	0,240	0,423	0,595	0,733	0,829	0,895	0,935
130	0,000	0,000	0,002	0,0075	0,021	0,049	0,093	0,231	0,410	0,580	0,720	0,821	0,890	0,933
140	0,000	0,000	0,002	0,0075	0,021	0,049	0,090	0,224	0,399	0,567	0,710	0,814	0,886	0,931
150	0,000	0,000	0,002	0,0075	0,020	0,0465	0,088	0,219	0,389	0,557	0,700	0,807	0,883	0,930
160	0,000	0,000	0,002	0,007	0,020	0,0455	0,086	0,214	0,381	0,547	0,692	0,802	0,880	0,930
170	0,000	0,000	0,002	0,007	0,020	0,045	0,085	0,210	0,375	0,540	0,686	0,797	0,878	0,930
180	0,000	0,000	0,002	0,007	0,020	0,0445	0,083	0,207	0,369	0,533	0,680	0,794	0,876	0,930
190	0,000	0,000	0,002	0,007	0,019	0,044	0,083	0,204	0,364	0,528	0,675	0,791	0,875	0,931
200	0,000	0,000	0,002	0,007	0,019	0,044	0,082	0,202	0,361	0,523	0,671	0,788	0,875	0,932
220	0,000	0,000	0,002	0,007	0,019	0,0435	0,081	0,199	0,355	0,515	0,663	0,786	0,876	0,936
240	0,000	0,000	0,002	0,007	0,019	0,0435	0,081	0,197	0,352	0,511	0,660	0,785	0,878	0,941
260	0,000	0,000	0,002	0,0075	0,020	0,044	0,081	0,197	0,351	0,509	0,660	0,787	0,882	0,948
280	0,000	0,000	0,002	0,0075	0,020	0,0445	0,082	0,198	0,351	0,510	0,661	0,790	0,888	0,956
300	0,000	0,000	0,002	0,0075	0,020	0,045	0,083	0,199	0,353	0,512	0,664	0,795	0,895	0,964
320	0,000	0,000	0,002	0,008	0,021	0,046	0,084	0,201	0,355	0,515	0,669	0,801	0,903	0,974
340	0,000	0,000	0,002	0,008	0,022	0,047	0,086	0,204	0,359	0,520	0,675	0,808	0,912	0,984
360	0,000	0,000	0,002	0,0085	0,022	0,048	0,088	0,207	0,364	0,526	0,682	0,817	0,923	0,995
380	0,000	0,000	0,002	0,009	0,023	0,050	0,090	0,211	0,369	0,533	0,690	0,827	0,934	1,007
400	0,000	0,000	0,003	0,009	0,024	0,051	0,092	0,216	0,376	0,540	0,700	0,838	0,947	1,020
420	0,000	0,000	0,003	0,01	0,025	0,053	0,095	0,221	0,383	0,549	0,710	0,850	0,960	1,033
440	0,000	0,000	0,003	0,01	0,026	0,055	0,098	0,226	0,390	0,559	0,722	0,864	0,975	1,048
460	0,000	0,000	0,003	0,0105	0,027	0,057	0,102	0,232	0,399	0,570	0,734	0,878	0,990	1,063
480	0,000	0,000	0,003	0,0115	0,028	0,059	0,105	0,239	0,408	0,581	0,748	0,893	1,006	1,079
500	0,000	0,000	0,003	0,0115	0,030	0,062	0,109	0,245	0,418	0,596	0,762	0,909	1,024	1,096
550	0,000	0,001	0,004	0,0135	0,034	0,069	0,120	0,265	0,446	0,628	0,802	0,953	1,071	1,142
600	0,000	0,001	0,005	0,0155	0,038	0,077	0,132	0,287	0,478	0,668	0,848	1,004	1,124	1,193
650	0,000	0,001	0,005	0,018	0,044	0,086	0,147	0,313	0,515	0,713	0,899	1,059	1,182	1,251
700	0,000	0,0015	0,007	0,021	0,050	0,097	0,163	0,343	0,556	0,763	0,956	1,121	1,246	1,315
750	0,000	0,0015	0,008	0,025	0,057	0,110	0,183	0,376	0,602	0,819	1,019	1,189	1,316	1,384
800	0,000	0,002	0,009	0,029	0,066	0,126	0,205	0,414	0,654	0,881	1,088	1,262	1,391	1,460
850	0,000	0,003	0,011	0,034	0,076	0,142	0,230	0,456	0,712	0,949	1,163	1,342	1,473	1,542
900	0,001	0,003	0,014	0,040	0,088	0,163	0,259	0,504	0,776	1,024	1,246	1,428	1,561	1,631
950	0,001	0,0045	0,017	0,047	0,102	0,186	0,292	0,558	0,847	1,106	1,335	1,521	1,654	1,725
1000	0,002	0,005	0,020	0,056	0,119	0,213	0,330	0,518	0,925	1,195	1,432	1,621	1,755	1,826

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ H₂O

Дж/(с·м·К)
кал/(ч·м·°С)

Давление, МПа	Температура, °С							
	0	100	200	300	400	500	600	700
	При давлении до 50 МПа							
0,1	0,5690 <i>489</i>	0,0248 <i>21,4</i>	0,0332 <i>28,6</i>	0,0434 <i>27,3</i>	0,0549 <i>47,1</i>	0,0674 <i>57,9</i>	0,0806 <i>69,3</i>	0,0943 <i>81,1</i>
1,0	0,5700 <i>490</i>	0,6810 <i>586</i>	0,0351 <i>30,2</i>	0,0444 <i>28,2</i>	0,0557 <i>47,9</i>	0,0682 <i>58,6</i>	0,0814 <i>70,0</i>	0,0950 <i>81,6</i>
5	0,5730 <i>493</i>	0,6840 <i>588</i>	0,6680 <i>575</i>	0,0525 <i>45,1</i>	0,0602 <i>51,7</i>	0,0720 <i>61,9</i>	0,0850 <i>73,1</i>	0,0986 <i>84,7</i>
10	0,5770 <i>496</i>	0,6880 <i>591</i>	0,6720 <i>578</i>	0,5450 <i>468</i>	0,0686 <i>59,0</i>	0,0776 <i>66,7</i>	0,0898 <i>77,2</i>	0,1030 <i>88,5</i>
15	0,5810 <i>500</i>	0,6910 <i>595</i>	0,6760 <i>581</i>	0,5590 <i>481</i>	0,0822 <i>70,8</i>	0,0843 <i>72,6</i>	0,0951 <i>81,7</i>	0,1080 <i>93,0</i>
20	0,5850 <i>503</i>	0,6950 <i>598</i>	0,6810 <i>586</i>	0,5710 <i>491</i>	0,1070 <i>92,1</i>	0,0926 <i>79,6</i>	0,1010 <i>86,9</i>	0,1130 <i>97,2</i>
25	0,5890 <i>506</i>	0,6980 <i>600</i>	0,6850 <i>589</i>	0,5820 <i>501</i>	0,1570 <i>135</i>	0,1030 <i>88,5</i>	0,1070 <i>92,1</i>	0,1180 <i>101</i>
30	0,5920 <i>509</i>	0,7010 <i>603</i>	0,6890 <i>592</i>	0,5920 <i>509</i>	0,4640 <i>399</i>	0,1160 <i>100</i>	0,1140 <i>98,1</i>	0,1240 <i>107</i>
35	0,5960 <i>512</i>	0,7040 <i>606</i>	0,6930 <i>596</i>	0,6010 <i>517</i>	0,3510 <i>302</i>	0,1320 <i>114</i>	0,1220 <i>105</i>	0,1290 <i>111</i>
40	0,5990 <i>515</i>	0,7070 <i>609</i>	0,6970 <i>599</i>	0,6090 <i>524</i>	0,3900 <i>335</i>	0,1530 <i>131</i>	0,1300 <i>112</i>	0,1350 <i>116</i>
45	0,6030 <i>519</i>	0,7100 <i>611</i>	0,7010 <i>603</i>	0,6160 <i>530</i>	0,4160 <i>356</i>	0,1800 <i>155</i>	0,1390 <i>120</i>	0,1420 <i>122</i>
50	0,6060 <i>521</i>	0,7130 <i>614</i>	0,7040 <i>606</i>	0,6220 <i>534</i>	0,4360 <i>375</i>	0,2060 <i>177</i>	0,1490 <i>128</i>	0,1480 <i>127</i>

Дж/(с·м·К)
кал/(ч·м·°С)

Давление, МПа	Температура, °С					
	30	50	70	90	110	130
	При давлении до 1100 МПа					
100	0,655 <i>562</i>	0,683 <i>586</i>	0,705 <i>605</i>	0,726 <i>623</i>	0,739 <i>634</i>	0,752 <i>645</i>
200	0,694 <i>596</i>	0,723 <i>621</i>	0,745 <i>641</i>	0,768 <i>659</i>	0,785 <i>674</i>	0,800 <i>681</i>
300	0,728 <i>626</i>	0,761 <i>653</i>	0,782 <i>671</i>	0,809 <i>695</i>	0,831 <i>714</i>	0,847 <i>727</i>
400	0,754 <i>648</i>	0,796 <i>683</i>	0,820 <i>704</i>	0,842 <i>722</i>	0,865 <i>742</i>	0,889 <i>762</i>
500	0,789 <i>677</i>	0,823 <i>707</i>	0,849 <i>729</i>	0,873 <i>750</i>	0,898 <i>771</i>	0,917 <i>787</i>
600	0,815 <i>700</i>	0,851 <i>731</i>	0,878 <i>754</i>	0,898 <i>771</i>	0,928 <i>796</i>	0,942 <i>809</i>
700	0,839 <i>720</i>	0,864 <i>741</i>	0,908 <i>779</i>	0,932 <i>800</i>	0,956 <i>820</i>	0,970 <i>832</i>
800	0,864 <i>741</i>	0,898 <i>771</i>	0,932 <i>800</i>	0,957 <i>821</i>	0,979 <i>840</i>	0,996 <i>856</i>
900	0,884 <i>759</i>	0,921 <i>789</i>	0,951 <i>816</i>	0,979 <i>840</i>	1,000 <i>858</i>	1,020 <i>875</i>
1000	0,905 <i>777</i>	0,943 <i>810</i>	0,975 <i>837</i>	0,998 <i>857</i>	1,021 <i>876</i>	1,041 <i>893</i>
1100	0,926 <i>795</i>	0,966 <i>829</i>	0,995 <i>855</i>	1,021 <i>876</i>	1,041 <i>893</i>	1,062 <i>911</i>

H₂O

10⁻⁶Па·с
(1 Па·с = 10 Пз)

ТАБЛИЦА 13

КОЭФФИЦИЕНТЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ H₂O

Давление, МПа	Температура, °С							
	0	100	200	300	400	500	600	700
	0,1	17 500	121	162	202	243	284	325
1,0	17 500	2790	158	202	244	285	326	366
5,0	17 500	2800	1350	201	250	289	329	369
10	17 500	2810	1360	905	258	295	334	374
15	17 400	2820	1370	917	269	302	340	379
20	17 400	2830	1380	930	286	311	346	384
25	17 400	2840	1390	943	321	321	353	389
30	17 400	2850	1400	955	458	334	361	395
40	17 300	2870	1430	981	628	369	379	408
50	17 200	2890	1450	1010	693	421	401	423
60	17 200	2910	1480	1030	736	485	428	439
70	17 100	2930	1500	1060	770	545	458	458
80	17 100	2950	1520	1080	798	596	491	478

Давление, МПа	Температура, °С							
	10	20	30	40	50	75	100	125
	100	1328	1086	919	711	555	427	299
200	1366	1167	991	779	622	452	332	270
300	1423	1252	1087	862	696	493	371	306
400	1506	1334	1177	955	789	540	422	366
500	1598	1458	1270	1041	868	602	458	402
600	1730	1594	1390	1143	961	668	503	443
700	1874	1740	1508	1253	1051	733	544	482
800	2061	1909	1652	1368	1160	797	588	524
900	2244	2083	1814	1498	1266	883	640	586
1000	2430	2258	1978	1630	1375	974	697	639

H₂O
ТАБЛИЦА 14РАСТВОРИМОСТЬ H₂O В НЕКОТОРЫХ ГАЗАХ
Растворимость в N₂ и CO₂ (при температуре 100°С)

Давление, МПа	Растворитель		Давление, МПа	Растворитель	
	N ₂	CO ₂		N ₂	CO ₂
	5	11,1		15,6	20
10	11,8	24,4	25	13,8	87,7
15	12,5	38,8	30	14,6	108

Растворимость в CO₂ (для области равновесия газовой и жидкой фаз H₂O)

Давление, МПа	Температура, °С					
	100	150	200	250	300	330
	2,5	7,7	20	67,5	—	—
5,0	5,2	14	41	80,7	—	—
7,5	3,7	11,2	28,2	61,5	—	—
10,0	2,7	9,3	21,1	53,5	89	—
12,5	2,5	7,8	17,3	48,0	78,3	—
15,0	2,5	7,2	16,2	43,5	71,8	93
20,0	2,2	6,4	15,5	35,8	62,5	83,0
25	2,2	6,2	15,7	32,8	56,3	74,5
30	2,2	6,3	15,8	31,8	53,8	71,5
35	2,3	6,5	16,2	31,5	53,8	72,5
40	2,3	7,0	16,4	31,6	55,0	73,5
50	2,6	8,0	17,2	32,3	59,8	—
60	3,0	9,0	18,3	34,0	72,5	—
70	3,5	10,2	20,2	—	—	—

Растворимость в CH₄

Давление, МПа	Температура, °С				Давление, МПа	Температура, °С			
	38	100	138	204		38	100	138	204
	10	1,39	1,58	4,32		21,3	50	2,34	2,42
20	1,86	1,68	4,85	22,1	60	2,45	2,46	5,85	24,4
30	2,18	2,22	5,3	23,2	70	2,48	2,52	6,0	24,6
40	2,34	2,34	5,57	24,2					

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ CO₂ ПРИ СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ

Константа	Обозначение	Система СИ		Практическая система	
		Единицы измерения	Значение	Единицы измерения	Значение
Температура	$T_0; t_0$	К	298,15	°С	25
Давление	p_0	МПа	0,101325	атм	1 (760 мм рт. ст.)
Удельный объем	v_0	м ³ /кг	0,56	см ³ /г	560
Плотность	ρ_0	кг/м ³	1,785	г/см ³	0,001785
Молекулярная масса	M	—	44,01	—	44,01
Мольный объем	V_0	м ³ /кмоль	24,66	см ³ /моль	24 660
Мольная теплоемкость при постоянном давлении	$C^{\circ}_p(298)$	Дж/(моль·К)	37,13	кал/(моль·°С)	8,87
Стандартная мольная энтропия	S°_{298}	Дж/(моль·К)	213,6	кал/(моль·°С)	51,06
Стандартная мольная энтропия образования	ΔS°_{298}	Дж/(моль·К)	-1,32	кал/(моль·°С)	-0,315
Стандартная мольная энтальпия	ΔH°_{298}	Дж/моль	-393 510	кал/моль	-94 050
Стандартный мольный изобарно-изотермический потенциал (потенциал Гиббса)	ΔZ°_{298}	Дж/моль	-394 500	кал/моль	-94 255
Коэффициент теплопроводности	λ_0	Дж/(м·К·с)	$16,81 \cdot 10^{-3}$	кал/(м·°С·ч)	14,46
Коэффициент динамической вязкости	μ_0	Па·с	$14,83 \cdot 10^{-6}$	Пз	$148,3 \cdot 10^{-6}$
Кинетический диаметр молекулы	σ_{298}	м	$0,451 \cdot 10^{-9}$	Å	4,51

Дж/моль
кал/моль

CO₂

ТАБЛИЦА 16

СВОЙСТВА CO₂ НА ЛИНИИ НАСЫЩЕНИЯ

(энергетические величины — отрицательные, знак «минус» в таблице опущен)

t, °C	p, МПа	V, см ³ /г		ΔH		ΔZ	Коэффициент фугитивности газа
		Жидкость	Газ	Жидкость	Газ	Жидкость, Газ	
20	5,73	1,285	5,181	404 840 96 700	398 100 95 120	384 100 91 720	0,178
21	5,86	1,304	4,950	404 670 96 660	398 190 95 150	384 240 91 760	0,174
22	6,00	1,325	4,739	404 510 96 620	398 300 95 170	384 380 91 770	0,170
23	6,14	1,348	4,525	404 320 96 580	398 400 95 200	384 520 91 820	0,167
24	6,29	1,372	4,329	404 140 96 530	398 520 95 220	384 660 91 860	0,163
25	6,44	1,401	4,132	403 930 96 520	398 650 95 260	384 800 91 890	0,160
26	6,58	1,435	3,906	403 710 96 470	398 810 95 290	384 940 91 920	0,156
27	6,74	1,473	3,676	403 470 96 410	399 010 95 300	385 080 92 020	0,152
28	6,89	1,522	3,436	403 190 96 350	399 220 95 350	385 220 92 050	0,148
29	7,05	1,587	3,205	402 890 96 310	399 470 95 410	385 360 92 090	0,145
30	7,21	1,686	2,941	402 550 96 230	399 830 95 500	385 500 92 120	0,142
31,05 *	7,38	2,137		401 140 95 830		385 690 92 170	0,139

* Критическая точка CO₂.

УДЕЛЬНЫЕ
(для вычисления мольного)

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,1	560,5	608	703	798	893	986	1082	1177	1272	1366	1461
1	53,2	58,6	68,8	78,8	88,6	98,2	107,9	117,5	127,1	136,8	146,2
5	7,58	9,54	12,39	14,82	17,09	19,24	21,32	23,4	25,4	27,4	29,3
10	1,225	2,68	5,3	6,86	8,19	9,4	10,54	11,6	12,7	13,7	14,8
15	1,14	1,418	3,01	4,28	5,28	6,16	6,98	7,78	8,49	9,22	9,92
20	1,098	1,273	2,07	3,06	3,87	4,57	5,22	5,81	6,41	6,94	7,51
25	1,064	1,198	1,7	2,41	3,07	3,65	4,19	4,69	5,16	5,63	6,07
30	1,037	1,151	1,51	2,03	2,57	3,06	3,52	3,94	4,35	4,74	5,12
35	1,014	1,112	1,397	1,80	2,24	2,66	3,05	3,42	3,78	4,12	4,45
40	0,996	1,095	1,321	1,64	2,01	2,37	2,72	3,04	3,35	3,66	3,95
45	0,98	1,058	1,264	1,54	1,84	2,16	2,46	2,75	3,03	3,30	3,57
50	0,967	1,038	1,220	1,45	1,72	2,0	2,27	2,52	2,78	3,02	3,26
60	0,944	1,006	1,155	1,34	1,55	1,77	1,99	2,20	2,41	2,61	2,81
70	0,925	0,979	1,106	1,26	1,43	1,60	1,78	1,95	2,14	2,32	2,49
80	0,910	0,959	1,071	1,20	1,35	1,50	1,64	1,80	1,99	2,10	2,25
90	0,895	0,940	1,042	1,16	1,28	1,42	1,55	1,68	1,82	1,94	2,08
100	0,883	0,924	1,017	1,12	1,23	1,35	1,47	1,59	1,71	1,82	1,94
110	0,870	0,910	0,996	1,09	1,19	1,30	1,40	1,51	1,62	1,72	1,83
120	0,861	0,897	0,977	1,06	1,16	1,26	1,35	1,45	1,55	1,64	1,74
130	0,852	0,886	0,962	1,04	1,13	1,22	1,31	1,40	1,49	1,58	1,66
140	0,843	0,876	0,947	1,02	1,10	1,18	1,27	1,35	1,44	1,52	1,60
150	0,840	0,872	0,946	1,019	1,09	1,17	1,24	1,31	1,38	1,46	1,53
200	0,805	0,830	0,885	0,94	0,94	1,05	1,10	1,16	1,21	1,26	1,32
250	0,778	0,799	0,846	0,89	0,92	0,98	1,03	1,07	1,12	1,16	1,21
300	0,75	0,78	0,82	0,86	0,90	0,95	0,99	1,03	1,07	1,11	1,15
350	0,74	0,76	0,80	0,83	0,87	0,91	0,95	0,98	1,02	1,05	1,09
400	0,71	0,73	0,77	0,81	0,83	0,87	0,88	0,93	0,97	1,00	1,03
450	0,7	0,72	0,76	0,79	0,82	0,85	0,86	0,90	0,93	0,96	0,99
500	*	0,71	0,75	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95
550	*	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,89	0,91
600	*	0,695	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88
650	*	0,69	0,71	0,73	0,75	0,76	0,78	0,80	0,82	0,835	0,85
700	*	0,68	0,70	0,72	0,735	0,75	0,765	0,78	0,80	0,81	0,83
750	*	*	0,695	0,71	0,725	0,74	0,753	0,766	0,78	0,795	0,81
800	*	*	0,688	0,70	0,715	0,73	0,74	0,754	0,765	0,78	0,793
850	*	*	0,681	0,694	0,706	0,719	0,73	0,743	0,756	0,77	0,78
900	*	*	0,675	0,688	0,70	0,711	0,725	0,736	0,749	0,76	0,773
950	*	*	0,670	0,683	0,695	0,706	0,720	0,732	0,742	0,755	0,765
1000	*	*	0,665	0,679	0,691	0,704	0,718	0,73	0,740	0,751	0,761

Примечания. 1. Линией разделены поля CO₂-газ и CO₂-жидкость. 2. Звездочкой

ОБЪЕМЫ CO₂
объема умножить на 44,01)

Давле- ние, МПа	Температура, °С									
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
0,1	1555	1649	1744	1839	1933	2027	2122	2217	2311	2406
1	155,8	165,3	174,8	184,2	193,8	203,3	212,8	222,2	231,5	241,0
5	31,2	33,2	35,2	37,2	39,1	40,0	42,9	44,8	46,7	48,5
10	15,8	16,8	17,8	18,8	19,7	20,7	21,7	22,6	23,6	24,6
15	10,6	11,3	12,0	12,6	13,3	14,0	14,6	15,3	15,9	16,6
20	8,04	8,57	9,08	9,60	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,6
25	6,51	6,94	7,36	7,77	8,18	8,59	8,99	9,39	9,79	10,2
30	5,49	5,85	6,21	6,56	6,91	7,25	7,60	7,92	8,26	8,60
35	4,77	5,09	5,40	5,70	6,00	6,30	6,59	6,88	7,18	7,45
40	4,23	4,51	4,79	5,06	5,32	5,58	5,84	6,10	6,36	6,61
45	3,82	3,91	4,32	4,56	4,80	5,03	5,26	5,50	5,71	5,95
50	3,50	3,72	3,94	4,17	4,39	4,59	4,81	5,00	5,05	5,44
60	3,00	3,20	3,39	3,57	3,76	3,94	4,12	4,29	4,46	4,63
70	2,65	2,82	2,97	3,12	3,28	3,42	3,57	3,72	3,86	4,00
80	2,40	2,54	2,68	2,82	2,95	3,08	3,20	3,33	3,53	3,57
90	2,20	2,33	2,46	2,58	2,70	2,81	2,92	3,03	3,14	3,25
100	2,05	2,16	2,28	2,39	2,49	2,59	2,70	2,79	2,89	2,98
110	1,93	2,03	2,13	2,23	2,33	2,42	2,51	2,60	2,69	2,78
120	1,83	1,92	2,01	2,10	2,18	2,27	2,36	2,44	2,52	2,60
130	1,74	1,83	1,91	1,99	2,07	2,15	2,23	2,30	2,38	2,45
140	1,67	1,75	1,82	1,90	1,97	2,04	2,12	2,19	2,26	2,33
150	1,60	1,68	1,75	1,82	1,89	1,96	2,04	2,11	2,18	2,25
200	1,37	1,42	1,48	1,53	1,58	1,63	1,68	1,74	1,79	1,84
250	1,25	1,30	1,34	1,38	1,42	1,47	1,51	1,55	1,59	1,63
300	1,19	1,23	1,26	1,30	1,34	1,38	1,41	1,45	1,49	1,52
350	1,11	1,15	1,17	1,22	1,25	1,28	1,31	1,34	1,37	1,4
400	1,06	1,10	1,13	1,17	1,19	1,22	1,26	1,29	1,32	1,35
450	1,02	1,04	1,07	1,1	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,27
500	0,97	1,00	1,02	1,05	1,07	1,1	1,12	1,14	1,17	1,2
550	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,09	1,11	1,13
600	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08
650	0,87	0,89	0,90	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03
700	0,844	0,86	0,87	0,89	0,905	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98
750	0,823	0,84	0,85	0,865	0,88	0,89	0,91	0,92	0,935	0,95
800	0,806	0,82	0,83	0,845	0,86	0,87	0,885	0,90	0,91	0,925
850	0,794	0,806	0,82	0,83	0,845	0,855	0,87	0,88	0,89	0,905
900	0,786	0,798	0,81	0,82	0,83	0,84	0,855	0,87	0,875	0,89
950	0,777	0,789	0,80	0,81	0,82	0,83	0,845	0,855	0,862	0,875
1000	0,773	0,785	0,795	0,804	0,816	0,827	0,835	0,845	0,855	0,865

отмечено кристаллическое состояние CO₂.

Дж/моль
кал/моль

МОЛЬНЫЕ
(все величины отрицательные,

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,1	393 770 94 050	392 860 93 800	390 870 93 250	388 820 92 800	386 640 92 350	384 450 91 820	382 120 91 300	379 750 90 700	377 330 90 120	374 850 89 530	372 320 88 930
1	394 260 94 200	393 190 93 950	391 120 93 500	388 970 93 050	386 790 92 350	384 540 91 800	382 220 91 300	379 830 90 720	377 390 90 140	374 900 89 540	372 360 88 940
5	396 560 94 700	394 910 94 300	392 230 93 680	389 850 93 090	387 460 92 510	385 090 91 930	382 620 91 350	379 990 90 760	377 520 90 170	375 050 89 580	372 540 88 980
10	— —	396 720 94 730	393 850 94 070	390 840 93 350	388 120 92 700	385 520 92 080	382 970 91 470	380 410 90 860	377 860 90 250	375 305 89 640	372 750 89 030
15	— —	— —	395 740 94 520	391 970 93 620	388 910 92 890	386 120 92 220	383 430 91 580	380 790 90 950	378 150 90 320	375 560 89 700	372 960 89 080
20	— —	— —	397 330 94 900	393 015 93 870	389 620 93 060	386 690 92 360	383 890 91 690	381 120 91 030	378 445 90 390	375 765 89 750	373 130 89 120
25	— —	— —	398 210 95 110	393 850 94 070	390 290 93 220	387 195 92 480	384 310 91 790	381 460 91 110	378 700 90 450	375 975 89 800	373 295 89 160
30	— —	— —	398 790 95 250	394 480 94 220	390 880 93 360	387 660 92 590	384 680 91 880	381 750 91 180	378 905 90 500	376 140 89 840	373 420 89 190
35	— —	— —	399 130 95 330	394 940 94 330	391 340 93 470	388 030 92 680	384 980 91 950	382 000 91 240	379 115 90 550	376 310 89 880	373 550 89 220
40	— —	— —	399 380 95 390	395 280 94 410	391 675 93 550	388 370 92 760	385 270 92 020	382 210 91 290	379 280 90 590	376 435 89 910	373 630 89 240
45	— —	— —	399 500 95 420	395 530 94 470	391 930 93 610	388 660 92 830	385 520 92 080	382 420 91 340	379 450 90 630	376 560 89 940	373 710 89 260
50	— —	— —	399 630 95 450	395 690 94 510	392 140 93 660	388 870 92 880	385 730 92 130	382 590 91 380	379 575 90 660	376 690 89 970	373 800 89 280
60	— —	— —	399 710 95 470	396 070 94 600	392 640 93 780	389 290 92 980	386 400 92 220	383 010 91 480	379 950 90 750	376 980 90 040	374 050 89 340
70	— —	— —	399 710 95 470	396 240 94 640	392 640 93 780	389 330 92 990	386 190 92 240	383 090 91 500	379 990 90 760	377 020 90 050	374 050 89 340
80	— —	— —	399 670 95 460	396 240 94 640	392 680 93 790	389 370 93 000	386 270 92 260	383 130 91 510	380 040 90 770	377 060 90 060	374 090 89 350
90	— —	— —	399 590 95 440	396 240 94 640	392 680 93 790	389 410 93 010	386 270 92 260	383 130 91 510	380 040 90 770	377 060 90 060	374 050 89 340
100	— —	— —	399 460 95 410	396 155 94 620	392 640 93 780	389 370 93 000	386 270 92 260	383 090 91 500	380 040 90 770	377 020 90 050	374 010 89 330
110	— —	— —	399 340 95 380	396 030 94 590	392 550 93 760	389 330 92 990	386 230 92 250	383 050 91 490	379 950 90 750	376 940 90 030	373 920 89 310
120	— —	— —	399 170 95 340	395 900 94 560	392 470 93 740	389 205 92 960	386 190 92 240	382 925 91 460	379 830 90 720	376 810 90 000	373 800 89 280

CO₂

ТАБЛИЦА 18

ЭНТАЛЬПИИ CO₂
знак «минус» в таблице опущен

Давле- ние, МПа	Температура, °С									
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
0,1	369 750 88 310	367 140 87 690	364 490 87 060	361 810 86 420	359 100 85 770	356 350 85 110	353 590 84 450	350 800 83 790	347 970 83 110	345 120 82 430
1	369 790 88 320	367 170 87 700	364 510 87 060	361 830 86 430	359 110 85 770	356 370 85 120	353 600 84 460	350 800 83 790	347 980 83 120	345 120 82 430
5	369 990 88 370	367 430 87 760	364 840 87 140	361 907 86 440	359 190 85 790	356 460 85 140	353 700 84 480	350 850 83 800	348 050 83 130	345 120 82 430
10	370 200 88 420	367 600 87 800	365 005 87 180	361 990 86 460	359 270 85 810	356 550 85 160	353 785 84 500	350 940 83 820	348 090 83 140	345 080 82 420
15	370 360 88 460	367 730 87 830	365 090 87 200	361 990 86 460	359 350 85 830	356 630 85 180	353 830 84 510	350 980 83 830	348 090 83 140	345 080 82 420
20	370 490 88 490	367 850 87 860	365 170 87 220	362 030 86 470	359 440 85 850	356 670 85 190	353 870 84 520	351 020 83 840	348 050 83 130	345 030 82 410
25	370 620 88 520	367 980 87 890	365 215 87 230	362 070 86 480	359 480 85 860	356 715 85 200	353 910 84 530	351 020 83 840	348 050 83 130	345 030 82 410
30	370 700 88 540	368 060 87 910	365 260 87 240	362 120 86 490	359 520 85 870	356 760 85 210	353 950 84 540	350 980 83 830	348 010 83 120	344 990 82 400
35	370 870 88 580	368 145 87 930	365 260 87 240	362 160 86 500	359 560 85 880	356 800 85 220	353 950 84 540	350 980 83 830	348 010 83 120	344 990 82 400
40	370 910 88 590	368 190 87 940	365 300 87 250	362 200 86 510	359 600 85 890	356 800 85 220	353 910 84 530	350 940 83 820	347 965 83 110	344 950 82 390
45	370 950 88 600	368 230 87 950	365 300 87 250	362 240 86 520	359 650 85 900	356 760 85 210	353 830 84 510	350 900 83 810	347 920 83 100	344 910 82 380
50	371 030 88 620	368 230 87 950	365 300 87 250	362 280 86 530	359 690 85 910	356 670 85 190	353 740 84 490	350 850 83 800	347 880 83 090	344 870 82 370
60	371 120 88 640	368 270 87 960	365 300 87 250	362 370 86 550	359 520 85 870	356 550 85 160	353 620 84 460	350 690 83 760	347 760 83 060	344 780 82 350
70	371 160 88 650	368 270 87 960	365 300 87 250	362 330 86 540	359 350 85 830	356 380 85 120	353 490 84 430	350 520 83 720	347 590 83 020	344 660 82 320
80	371 200 88 660	368 270 87 960	365 300 87 250	362 240 86 520	359 190 85 790	356 210 85 080	353 370 84 400	350 350 83 680	347 380 82 970	344 490 82 280
90	371 120 88 640	368 230 87 950	365 260 87 240	362 160 86 500	359 020 85 750	356 050 85 040	353 200 84 360	350 180 83 640	347 170 82 920	344 280 82 230
100	371 080 88 630	368 145 87 930	365 260 87 240	362 030 86 470	358 850 85 710	355 880 85 000	353 000 84 310	350 120 83 600	346 960 82 870	344 030 82 170
110	370 950 88 600	368 020 87 900	365 090 87 200	361 865 86 430	358 680 85 670	355 710 84 960	352 820 84 270	349 850 83 560	346 710 82 810	343 780 82 110
120	370 870 88 580	367 890 87 870	364 960 87 170	361 700 86 390	358 520 85 630	355 540 84 920	352 650 84 230	349 680 83 520	346 460 82 750	343 485 82 040

Дж/моль
кал/моль

Давле- ние, МПа	Температура, °С											Давле- ние, МПа	
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500		
130	—	—	399 000	395 780	392 300	389 120	386 110	382 840	379 700	376 690	373 630		
	—	—	95 300	94 530	93 700	92 940	92 220	91 440	90 690	89 970	89 240		
140	—	—	398 835	395 610	392 090	389 000	386 020	382 715	379 575	376 520	373 500		
	—	—	95 260	94 490	93 650	92 910	92 260	91 410	90 660	89 930	89 210		
150	—	—	398 630	395 440	391 880	388 700	385 860	382 550	379 410	376 310	373 340		
	—	—	95 210	94 450	93 600	92 840	92 160	91 370	90 620	89 880	89 170		
200	—	—	397 450	394 310	390 750	387 570	384 770	381 500	378 400	375 350	372 330		
	—	—	94 930	94 180	93 330	92 570	91 900	91 120	90 380	89 650	88 930		
250	—	—	396 740	393 220	389 580	386 530	383 680	380 370	377 270	374 220	371 200		
	—	—	94 760	93 920	93 050	92 320	91 640	90 850	90 110	89 380	88 660		
300	—	—	395 190	392 140	388 450	385 350	382 550	379 240	376 140	373 040	370 030		
	—	—	94 390	93 660	92 780	92 040	91 370	90 580	89 840	89 100	88 380		
350	—	—	394 060	390 960	387 280	384 180	381 120	378 070	374 970	371 910	368 900		
	—	—	94 120	93 380	92 500	91 760	91 030	90 300	89 560	88 830	88 110		
400	—	—	392 850	389 790	386 150	383 050	380 245	376 940	373 840	370 780	367 770		
	—	—	93 830	93 100	92 230	91 490	90 820	90 030	89 290	88 560	87 840		
450	—	—	391 720	388 660	384 980	381 880	379 070	375 720	372 625	369 570	366 550		
	—	—	93 560	92 830	91 950	91 210	90 540	89 740	89 000	88 270	87 550		
500	*	—	390 500	387 450	383 800	380 660	377 860	374 550	371 450	368 355	365 340		
	*	—	93 270	92 540	91 670	90 920	90 250	89 460	88 720	87 980	87 260		
550	*	—	389 250	386 190	382 550	379 410	376 600	373 300	370 200	367 100	364 000		
	*	—	92 970	92 240	91 370	90 620	89 950	89 160	88 420	87 680	86 940		
600	*	—	387 950	384 930	381 300	378 150	375 300	372 040	368 940	365 840	362 740		
	*	—	92 660	91 940	91 070	90 320	89 640	88 860	88 120	87 380	86 640		
650	*	—	386 690	383 680	379 990	376 850	374 010	370 700	367 640	364 590	361 490		
	*	—	92 360	91 640	90 760	90 010	89 330	88 540	87 810	87 080	86 340		
700	*	—	385 390	382 380	378 700	375 560	372 750	369 440	366 345	363 250	360 190		
	*	—	92 050	91 330	90 450	89 700	89 030	88 240	87 500	86 760	86 030		
750	*	*	384 055	381 080	377 440	374 300	371 410	368 100	365 050	361 950	358 850		
	*	*	91 730	91 020	90 150	89 400	88 710	87 920	87 190	86 450	85 710		
800	*	*	382 800	379 785	376 100	372 960	370 155	366 850	363 710	360 650	357 550		
	*	*	91 430	90 710	89 830	89 080	88 410	87 620	86 870	86 140	85 400		
850	*	*	381 500	378 530	374 780	371 620	368 820	365 510	362 450	359 395	356 300		
	*	*	91 120	90 410	89 510	88 760	88 090	87 300	86 870	85 840	85 100		
900	*	*	380 200	377 230	373 500	370 360	367 560	364 250	361 110	358 055	355 000		
	*	*	90 810	90 100	89 210	88 460	87 790	87 000	86 250	85 520	84 790		
950	*	*	378 950	375 975	372 250	369 110	366 280	362 950	359 860	356 800	353 700		
	*	*	90 510	89 800	88 910	88 160	87 480	86 690	85 950	85 220	84 480		
1000	*	*	377 690	374 680	370 950	367 850	365 005	363 960	358 600	355 500	352 440		
	*	*	90 210	89 490	88 600	87 860	87 180	86 390	85 650	84 910	84 180		

Температура, °С										Давле- ние, МПа
550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
370 700	367 730	364 750	361 530	358 350	355 380	352 490	349 510	346 210	343 230	130
88 540	87 830	87 120	86 350	85 590	84 880	84 190	83 480	82 690	81 980	
370 530	367 560	364 590	361 360	358 180	355 210	352 320	349 350	345 955	342 940	140
88 500	87 790	87 080	86 310	85 550	84 840	84 150	83 440	82 630	81 910	
370 360	367 390	364 460	361 195	358 010	355 040	352 150	349 180	345 700	342 690	150
88 460	87 750	87 050	86 270	85 510	84 800	84 110	83 400	82 570	81 850	
369 560	366 390	363 460	360 190	356 970	353 990	351 150	348 220	344 490	341 480	200
88 220	87 510	86 810	86 030	85 260	84 550	83 870	83 170	82 280	81 560	
368 230	365 260	362 330	359 020	355 790	352 820	349 930	346 960	343 230	340 260	250
87 950	87 240	86 540	85 750	84 980	84 270	83 580	82 870	81 980	81 270	
367 015	364 040	361 070	358 140	354 540	351 570	348 680	345 660	341 810	339 090	300
87 660	86 950	86 240	85 450	84 680	83 970	83 280	82 560	81 640	80 990	
365 880	362 910	359 940	356 630	353 410	350 435	347 550	344 570	340 680	337 920	350
87 390	86 680	85 970	85 180	84 410	83 700	83 010	82 300	81 370	80 710	
364 800	361 820	358 850	355 585	353 410	349 260	346 460	343 440	339 930	336 740	400
87 130	86 420	85 710	84 930	84 160	83 420	82 750	82 030	81 190	80 430	
363 580	360 610	357 640	354 370	351 150	348 130	345 230	342 230	338 710	335 530	450
86 840	86 130	85 420	84 640	83 870	83 150	82 460	81 740	80 900	80 140	
362 370	359 395	356 840	353 115	349 850	346 880	343 990	341 015	337 460	334 270	500
86 550	85 840	85 230	84 340	83 560	82 850	82 160	81 450	80 600	79 840	
361 110	358 180	355 170	351 860	348 590	345 620	342 730	339 760	336 200	333 020	550
86 250	85 550	84 830	84 040	83 260	82 550	81 860	81 150	80 300	79 540	
359 810	356 880	353 910	350 600	347 340	344 320	341 430	338 460	334 900	331 720	600
85 940	85 240	84 530	83 740	82 960	82 240	81 550	80 840	79 990	79 230	
358 560	355 585	352 610	349 305	346 040	343 070	340 180	337 205	333 650	330 460	650
85 640	84 930	84 220	83 430	82 650	81 940	81 250	80 540	79 690	78 930	
357 260	354 290	351 310	348 010	344 740	341 730	338 780	335 950	332 350	329 210	700
85 330	84 620	83 910	83 120	82 340	81 620	80 940	80 240	79 380	78 630	
356 000	353 000	350 020	346 670	343 440	340 470	337 580	334 690	331 090	327 950	750
85 030	84 310	83 600	82 800	82 030	81 320	80 630	79 940	79 080	78 330	
354 710	351 690	348 680	345 370	342 100	339 130	336 240	332 930	329 790	326 700	800
84 720	84 000	83 280	82 490	81 710	81 000	80 310	79 520	78 770	78 030	
353 410	350 390	347 420	344 070	340 850	337 875	334 940	331 680	328 540	325 440	850
84 410	83 690	82 980	82 180	81 410	80 700	80 000	79 220	78 470	77 730	
352 150	349 100	346 120	342 815	339 590	336 580	333 690	330 420	326 860	324 180	900
84 110	83 380	82 670	81 880	81 110	80 390	79 700	78 920	78 070	77 430	
350 850	347 800	344 910	341 560	338 335	335 320	332 430	329 170	325 570	322 930	950
83 800	83 070	82 380	81 580	80 810	80 090	79 400	78 620	77 760	77 130	
349 600	346 580	343 570	340 260	337 000	334 440	331 130	327 870	324 270	321 590	1000
83 500	82 780	82 060	81 270	80 490	79 880	79 090	78 310	77 450	76 810	

Дж/моль
ккал/моль

МОЛЬНЫЕ ИЗОБАРНО-ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ
(все величины отрицательные,

Давле- ние, МПа	Температура, °С										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,1	394 630 94 255	400 130 95 570	411 020 98 170	422 280 100 860	433 840 103 620	445 560 106 420	457 530 109 280	469 720 112 190	482 110 115 150	494 630 118 140	507 360 121 180
1,0	389 010 92 910	393 840 94 070	403 920 96 470	414 170 98 920	424 680 101 430	435 370 103 990	446 470 106 640	457 650 109 310	469 160 112 060	480 710 114 820	492 220 117 560
5	385 620 92 100	390 030 93 160	399 170 95 340	408 710 97 620	418 490 99 950	428 350 102 310	438 820 104 810	449 480 107 360	459 960 109 860	471 070 112 510	481 850 115 090
10	384 800 91 870	388 900 92 880	397 900 94 990	406 800 97 160	416 000 99 400	426 000 101 700	435 700 104 060	445 810 106 480	456 150 108 950	466 660 111 460	477 380 114 020
15	384 100 91 740	388 160 92 710	396 740 94 760	405 575 96 870	414 740 99 060	424 165 101 310	433 880 103 630	443 800 106 000	453 975 108 430	464 320 110 900	474 850 113 420
20	386 680 91 640	387 570 92 570	395 900 94 560	404 610 96 640	413 610 98 790	422 870 101 000	432 410 103 280	442 210 105 620	452 220 108 010	462 430 110 450	472 860 112 940
25	383 470 91 590	387 195 92 480	395 560 94 430	403 900 96 470	412 820 98 600	421 950 100 780	431 370 103 030	441 080 105 350	450 960 107 710	461 090 110 130	471 390 112 590
30	383 260 91 540	386 900 92 410	394 900 94 320	403 310 96 330	412 110 98 430	421 150 100 590	430 490 102 820	440 080 105 110	449 910 107 460	459 920 109 850	470 140 112 290
35	383 130 91 510	386 650 92 350	394 480 94 220	402 810 96 210	411 480 98 280	420 440 100 420	429 690 102 630	439 240 104 910	448 910 107 220	458 870 109 600	468 960 112 010
40	383 010 91 480	386 440 92 300	394 190 94 150	402 435 96 120	411 020 98 170	419 890 100 290	429 105 102 490	438 530 104 740	448 200 107 050	458 080 109 410	468 170 111 820
45	382 925 91 460	386 270 92 260	393 890 94 080	402 060 96 030	410 560 98 060	419 390 100 170	428 480 102 340	437 860 104 580	447 440 106 870	452 280 109 220	467 290 111 610
50	382 840 91 440	386 110 92 220	393 640 94 020	401 720 95 950	410 140 97 960	418 930 100 060	427 975 102 220	437 270 104 440	446 820 106 720	456 610 109 060	466 580 111 440
60	382 760 91 420	385 900 92 170	393 220 93 920	401 100 95 800	409 430 97 790	418 090 99 860	427 010 101 990	436 220 104 190	445 680 106 450	455 360 108 760	465 240 111 120
70	382 670 91 400	385 690 92 120	392 800 93 820	400 590 95 680	408 800 97 640	417 340 99 630	426 220 101 800	435 340 103 980	444 680 106 210	453 270 108 500	464 060 110 840
80	382 630 91 390	385 520 92 080	392 470 93 740	400 130 95 570	408 210 97 500	416 670 99 520	425 460 101 620	434 510 103 780	443 800 106 000	453 300 108 270	463 020 110 590
90	382 590 91 380	385 350 92 040	392 180 93 670	399 710 95 470	407 710 97 380	416 080 99 380	424 790 101 460	433 750 103 600	442 960 105 800	452 380 108 050	462 060 110 360
100	382 550 91 370	385 270 92 020	391 880 93 600	399 340 95 380	407 250 97 270	415 540 99 250	424 120 101 300	433 040 103 430	442 210 105 620	451 590 107 860	461 180 101 150
110	382 510 91 360	385 230 92 010	391 630 93 540	398 960 95 290	406 790 97 160	415 000 99 120	423 540 101 160	432 370 103 270	441 500 105 450	450 750 107 660	460 300 109 940
120	382 460 91 350	385 140 91 990	391 380 93 480	398 580 95 200	406 370 97 060	414 490 99 000	422 950 101 020	431 740 103 120	440 790 105 280	450 040 107 490	459 540 109 760

CO₂

ПОТЕНЦИАЛЫ (ПОТЕНЦИАЛЫ ГИББСА) CO₂
знак «минус» в таблице опущен)

ТАБЛИЦА 19

Давле- ние, МПа	Температура, °С									
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
0,1	520 250 124 260	533 310 127 380	546 460 130 520	559 780 133 700	573 210 136 910	586 820 140 160	600 510 143 430	614 330 146 730	629 110 150 260	642 340 153 420
1,0	504 350 120 460	516 420 123 340	528 350 126 190	540 940 129 200	553 350 132 170	566 290 135 260	578 910 138 270	591 520 141 280	604 860 144 470	617 890 147 580
5	493 270 117 820	504 630 120 530	516 250 123 300	527 740 126 050	539 900 128 950	551 410 131 700	563 610 134 620	576 040 137 580	588 180 140 480	600 520 143 430
10	488 310 116 630	499 360 119 270	510 540 121 940	521 930 124 660	533 400 127 400	545 040 130 180	556 760 132 980	568 650 135 820	580 630 138 680	592 730 141 570
15	485 590 115 980	496 470 118 580	507 520 121 220	518 700 123 890	530 010 126 590	541 080 129 330	553 030 132 090	564 760 134 890	576 560 137 710	588 500 140 560
20	483 410 115 460	494 170 118 030	505 100 120 640	516 110 123 270	527 330 125 350	538 630 128 650	550 060 131 380	561 660 134 150	573 340 136 940	585 110 139 750
25	481 860 115 090	492 490 117 630	503 300 120 210	514 260 122 830	525 360 125 480	538 460 128 160	547 930 130 870	559 400 133 610	570 950 136 370	582 640 139 160
30	480 520 114 770	491 070 117 290	501 790 119 850	512 670 122 450	523 680 125 080	534 820 127 740	546 080 130 430	557 470 133 150	568 940 135 890	580 540 138 660
35	479 300 114 480	489 770 116 980	500 410 119 520	511 210 122 100	522 140 124 710	533 190 127 350	544 410 130 030	555 710 132 730	567 100 135 450	578 660 138 210
40	478 380 114 260	488 810 116 750	499 400 119 280	510 120 121 840	521 010 124 440	532 020 127 070	543 150 129 730	554 420 132 420	565 760 135 130	577 280 137 880
45	477 420 114 030	487 850 116 520	498 400 119 040	509 030 121 580	519 870 124 170	530 800 126 780	541 900 129 430	553 120 132 110	564 420 134 810	575 850 137 540
50	476 710 113 860	487 010 116 320	497 520 118 830	508 110 121 360	518 910 123 940	529 800 126 540	540 810 129 170	552 000 131 840	563 250 134 530	574 640 137 250
60	475 290 113 520	485 500 115 960	495 880 118 440	506 440 120 960	517 110 123 510	527 910 126 090	538 880 128 710	549 940 131 350	561 110 134 020	572 420 136 720
70	474 030 113 220	484 160 115 640	494 500 118 110	504 930 120 600	515 560 123 140	526 280 125 700	537 170 128 300	548 180 130 930	559 270 133 580	570 490 136 260
80	472 900 112 950	482 990 115 360	493 210 117 800	503 630 120 290	514 140 122 800	524 860 125 360	535 660 127 940	546 590 130 550	557 600 133 180	568 780 135 850
90	471 890 112 710	481 900 115 100	492 070 117 530	502 420 120 000	512 880 122 500	523 520 125 040	534 280 127 610	545 120 130 200	556 130 132 830	567 230 135 480
100	470 930 112 480	480 900 114 860	491 030 117 280	501 290 119 730	511 710 122 220	522 300 124 750	532 980 127 300	543 780 129 880	554 750 132 500	565 800 135 140
110	470 050 112 270	479 970 114 640	490 020 117 040	500 240 119 480	510 620 121 960	521 090 124 460	531 770 127 010	542 570 129 590	554 290 132 390	564 460 134 820
120	469 210 112 070	479 100 114 430	489 100 116 820	499 280 119 250	509 580 121 710	520 080 124 220	530 680 126 750	541 400 129 310	553 080 132 100	563 210 134 520

Дж/моль
ккал/моль

CO₂

Продолжение табл. 19

Давле- ние, МПа	Температура, °C										
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
130	382 420 91 340	385 060 91 970	391 170 93 430	389 250 95 120	405 950 96 960	413 990 98 880	422 450 100 900	431 160 102 980	440 160 105 130	449 330 107 320	458 790 109 580
140	382 380 91 330	384 930 91 940	390 920 93 370	397 960 95 050	405 580 96 870	413 570 98 780	421 900 100 770	430 570 102 840	439 530 104 980	448 660 107 160	458 040 109 400
150	382 340 91 320	384 770 91 900	390 710 93 320	397 660 94 980	405 160 96 770	413 110 98 670	421 020 100 560	430 030 102 710	438 900 104 830	448 030 107 010	457 370 109 240
200	380 330 90 840	382 590 91 380	388 490 92 790	395 360 94 430	402 770 96 200	410 600 98 070	418 810 100 030	427 300 102 060	436 060 104 150	445 060 106 300	454 270 108 500
250	378 530 90 410	380 790 90 950	386 610 92 340	393 950 93 950	400 680 95 700	408 380 97 540	416 460 99 470	424 880 101 480	433 500 103 540	442 380 105 660	451 500 107 840
300	376 900 90 020	379 070 90 540	384 770 91 900	391 260 93 450	398 630 95 210	406 290 97 040	414 240 98 940	422 530 100 920	431 110 102 970	439 910 105 070	448 910 107 220
350	375 510 89 690	377 400 90 140	383 010 91 480	389 540 93 040	396 660 94 740	404 240 96 550	412 110 98 430	420 310 100 390	428 210 102 420	437 520 104 500	446 440 106 630
400	373 590 89 230	375 720 89 740	381 250 91 060	387 740 92 610	394 820 94 300	402 270 96 080	410 100 97 950	418 260 99 900	426 630 101 900	435 300 103 970	444 180 106 090
450	372 120 88 880	374 220 89 380	379 620 90 670	386 110 92 200	393 010 93 870	400 430 95 640	408 170 97 490	416 250 99 420	424 580 101 410	433 120 103 450	441 920 105 550
500	*	372 630 89 000	377 940 90 270	384 310 91 790	391 260 93 450	398 580 95 200	406 290 97 040	414 280 98 950	422 570 100 930	431 070 102 960	439 780 105 040
550	*	371 030 88 620	376 310 89 880	382 590 91 380	389 540 93 040	396 780 94 770	404 440 96 600	412 400 98 500	420 650 100 470	429 060 102 480	437 730 104 550
600	*	369 490 88 250	374 680 89 490	380 960 90 990	387 820 92 630	395 020 94 350	402 640 96 170	410 470 98 060	418 760 100 020	427 140 102 020	435 760 104 080
650	*	367 940 87 880	373 130 89 120	379 320 90 600	386 150 92 230	393 350 93 950	400 890 95 750	408 760 97 630	416 920 99 580	425 250 101 570	432 880 103 630
700	*	366 430 87 520	371 540 88 740	377 730 90 220	384 520 91 840	391 680 93 550	399 170 95 340	407 000 97 210	415 120 99 150	423 450 101 140	431 990 103 180
750	*	*	369 990 88 370	376 140 89 840	382 920 91 460	390 000 93 150	397 490 94 940	405 320 96 870	413 400 98 740	421 690 100 720	429 780 102 650
800	*	*	368 480 88 010	374 590 89 470	381 330 91 080	388 410 92 770	395 860 94 550	403 650 96 410	411 690 98 330	419 940 100 300	428 440 102 330
850	*	*	366 970 87 650	373 040 89 100	379 740 90 700	386 820 92 390	394 230 94 160	401 970 96 070	410 010 97 930	418 220 99 890	426 420 101 920
900	*	*	365 470 87 290	371 540 88 740	378 190 90 330	385 230 92 010	392 640 93 780	400 340 95 620	408 340 97 530	416 540 99 490	425 000 101 510
950	*	*	364 000 86 940	370 030 88 380	376 690 89 970	383 680 91 640	391 050 93 400	398 750 95 240	406 710 97 140	414 870 99 090	423 290 101 100
1000	*	*	362 540 86 590	368 520 88 020	375 140 89 600	382 130 91 270	389 460 93 020	397 120 94 850	405 070 96 750	413 200 98 690	421 610 100 700

Давле- ние, МПа	Температура, °C										
	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
130	468 420 111 880	478 260 114 230	488 180 116 600	498 310 119 020	508 610 121 480	519 040 123 970	529 590 126 490	540 260 129 040	551 950 131 830	562 040 134 240	130
140	467 670 111 700	477 460 114 040	487 340 116 400	497 430 118 810	507 650 121 250	518 070 123 740	528 580 126 250	539 220 128 790	550 820 131 560	560 910 133 970	140
150	466 910 111 520	476 630 113 840	486 550 116 210	496 600 118 610	506 770 121 040	517 150 123 520	527 620 126 020	538 210 128 550	548 970 131 120	559 780 133 700	150
200	463 690 110 750	473 280 113 040	483 030 115 370	492 950 117 740	503 040 120 150	513 260 122 590	523 600 125 060	534 110 127 570	544 700 130 100	555 420 132 660	200
250	460 800 110 060	470 300 112 330	479 970 114 640	489 770 116 980	499 780 119 370	509 870 121 780	520 130 124 230	530 510 126 710	541 020 129 220	551 610 131 750	250
300	458 120 109 420	467 540 111 670	477 130 113 960	486 840 116 280	496 720 118 640	506 770 121 040	516 900 123 460	527 200 125 920	537 630 128 410	548 140 130 920	300
350	455 570 108 810	464 900 111 040	474 410 113 310	484 040 115 610	493 870 117 960	503 800 120 330	513 890 122 740	524 100 125 180	534 490 127 660	544 910 130 150	350
400	453 260 108 260	462 520 110 470	471 940 112 720	481 520 115 010	491 280 117 340	501 200 119 710	511 210 122 100	521 380 124 530	531 680 126 990	542 110 129 480	400
450	450 920 107 700	460 130 109 900	469 420 112 120	479 010 114 410	488 600 116 700	498 400 119 040	508 320 121 410	518 410 123 820	529 420 126 450	538 920 128 720	450
500	448 740 107 180	457 870 109 360	467 120 111 570	477 170 113 970	486 170 116 120	495 930 118 510	505 810 120 810	515 810 123 200	526 780 125 820	536 200 128 070	500
550	446 650 106 680	455 730 108 850	464 940 111 050	474 320 113 290	483 870 115 570	493 580 117 890	503 380 120 230	514 810 122 810	524 270 125 220	533 650 127 460	550
600	444 640 106 200	453 680 108 360	462 810 110 540	472 190 112 780	481 650 115 040	491 320 117 350	501 120 119 690	511 000 122 050	521 880 124 650	531 420 126 880	600
650	442 670 105 730	451 670 107 880	460 800 110 060	470 090 112 280	479 560 114 540	489 190 116 840	498 900 119 160	508 780 121 520	519 580 124 100	528 880 126 320	650
700	440 790 105 280	449 750 107 420	458 830 109 590	468 080 111 800	477 500 114 050	487 090 116 340	496 810 118 660	506 560 120 990	516 990 123 480	526 700 125 800	700
750	438 940 104 840	447 900 106 980	456 950 109 140	466 160 111 340	475 540 113 580	485 120 115 870	494 750 120 510	504 550 123 080	515 310 125 390	524 980 127 390	750
800	437 140 104 410	446 060 106 540	455 060 108 690	464 270 110 890	473 650 113 130	483 160 115 400	492 790 117 700	502 540 120 030	513 300 122 600	522 470 124 790	800
850	435 390 103 990	444 260 106 110	453 260 108 260	462 430 110 450	471 780 112 680	481 270 114 950	491 280 117 340	501 030 119 670	511 290 122 120	520 460 124 310	850
900	433 670 103 580	442 500 105 690	451 460 107 830	460 630 110 020	469 930 112 240	479 390 114 500	488 980 116 790	498 690 119 110	509 370 121 660	518 490 123 840	900
950	431 910 103 160	440 740 105 270	449 660 107 400	458 960 109 620	468 680 111 800	477 550 114 060	487 090 116 340	496 760 118 650	507 400 121 190	516 530 123 370	950
1000	430 190 102 750	438 990 104 850	447 900 106 980	456 990 109 150	466 240 111 360	475 660 113 610	485 170 115 880	494 840 118 190	505 470 120 730	514 520 122 890	1000

КОЭФФИЦИЕНТЫ ФУГИТИВНОСТИ CO₂

Давление, МПа	Температура, °С											
	25	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0,1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,972	1,033	1,002	1,041	1,021	1,016	1,034	1,036	1,029	1,025	1,023	1,015
5	0,772	0,845	0,920	1,004	1,014	1,026	1,043	1,040	1,034	1,056	1,037	1,032
10	0,569	0,650	0,729	0,885	0,980	1,031	1,057	1,069	1,075	1,077	1,079	1,082
15	0,479	0,557	0,690	0,868	0,976	1,034	1,064	1,079	1,086	1,090	1,092	1,095
20	0,421	0,526	0,649	0,850	0,971	1,037	1,072	1,090	1,099	1,103	1,106	1,109
25	0,366	0,485	0,624	0,840	0,970	1,043	1,081	1,101	1,111	1,116	1,119	1,122
30	0,325	0,448	0,599	0,831	0,970	1,049	1,091	1,112	1,123	1,129	1,132	1,135
35	0,299	0,421	0,577	0,826	0,973	1,057	1,002	1,125	1,136	1,143	1,146	1,149
40	0,273	0,396	0,546	0,820	0,977	1,065	1,113	1,138	1,150	1,157	1,160	1,163
45	0,253	0,377	0,542	0,819	0,983	1,075	1,126	1,152	1,165	1,172	1,175	1,178
50	0,236	0,361	0,538	0,817	0,989	1,086	1,139	1,167	1,180	1,187	1,190	1,193
60	0,203	0,326	0,518	0,818	1,004	1,111	1,168	1,198	1,213	1,220	1,223	1,225
70	0,181	0,303	0,502	0,822	1,024	1,139	1,201	1,233	1,248	1,255	1,258	1,259
80	0,161	0,281	0,490	0,831	1,047	1,171	1,237	1,271	1,287	1,293	1,295	1,295
90	0,144	0,265	0,481	0,842	1,073	1,206	1,276	1,312	1,328	1,333	1,334	1,333
100	0,133	0,249	0,473	0,856	1,103	1,244	1,319	1,356	1,371	1,376	1,376	1,374
110	0,123	0,228	0,468	0,873	1,136	1,286	1,365	1,403	1,418	1,422	1,420	1,417
120	0,114	0,216	0,465	0,892	1,172	1,331	1,414	1,453	1,468	1,470	1,467	1,462
130	0,108	0,205	0,463	0,914	1,211	1,380	1,467	1,506	1,521	1,522	1,517	1,510
140	0,102	0,199	0,462	0,938	1,254	1,432	1,523	1,564	1,577	1,576	1,569	1,560
150	0,096	0,198	0,494	0,991	1,315	1,493	1,582	1,619	1,629	1,625	1,614	1,603
200	0,162	0,330	0,708	1,329	1,638	1,859	1,924	1,934	1,918	1,891	1,860	1,831
250	0,267	0,516	1,046	1,822	2,205	2,346	2,366	2,330	2,273	2,211	2,150	2,095
300	0,422	0,811	1,572	2,540	2,925	3,004	2,949	2,844	2,727	2,614	2,511	2,421
350	0,748	1,296	2,370	3,548	3,889	3,857	3,690	3,488	3,292	3,115	2,961	2,830
400	1,250	2,106	3,608	4,994	5,199	4,974	4,633	4,291	3,984	3,720	3,497	3,311
450	1,968	3,250	5,527	7,053	6,965	6,420	5,818	5,275	4,816	4,436	4,123	3,866
500	*	5,275	8,492	9,973	9,329	8,278	7,293	6,470	5,805	5,272	4,844	4,497
550	*	8,630	13,067	14,095	12,476	10,649	9,115	7,909	6,972	6,242	5,667	5,209
600	*	14,060	20,109	19,898	16,649	13,660	11,355	9,633	8,341	7,359	6,601	6,005
650	*	23,100	30,927	28,042	22,166	17,474	14,101	11,692	9,942	8,643	7,658	6,895
700	*	39,900	47,515	39,449	29,444	22,293	17,460	14,147	11,812	10,116	8,853	7,889
750	*	*	72,906	55,400	39,033	28,380	21,569	17,077	13,998	11,811	10,208	9,002
800	*	*	111,709	77,685	51,665	36,072	26,603	20,579	16,561	13,765	11,651	10,254
850	*	*	170,929	108,811	68,318	45,808	32,785	24,782	19,580	16,033	13,518	11,674
900	*	*	261,219	152,305	90,311	58,169	40,410	29,851	23,158	18,684	15,560	13,299
950	*	*	398,785	213,151	119,435	73,926	49,863	36,007	27,434	21,811	17,944	15,179
1000	*	*	608,314	298,430	158,141	94,118	61,663	43,540	32,588	25,536	20,757	17,382

10^{-3} Дж/(м·К·с)
 кал/(м·°С·ч)

 CO₂

ТАБЛИЦА 21

 КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ CO₂

Давле- ние, МПа	Температура, °С																	
	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000
0,1	16,81 14,46	18,76 16,13	22,68 19,5	26,58 22,84	30,45 26,17	34,25 29,45	37,97 32,65	41,60 35,77	45,14 38,81	48,61 41,80	52,00 44,71	55,31 47,56	58,58 50,37	61,76 53,10	64,90 55,80	71,05 61,09	77,04 66,24	82,78 71,18
1	17,65 15,17	19,51 16,78	23,32 20,06	27,13 23,32	30,94 26,60	34,69 29,80	38,37 32,99	41,97 36,09	45,48 39,11	48,93 42,07	52,29 44,96	55,59 47,80	58,84 50,59	62,01 53,32	65,13 56,00	71,26 61,27	77,23 66,41	82,96 71,33
5	24,50 21,05	24,29 20,87	26,76 23,00	29,91 25,70	33,29 28,62	36,74 31,60	40,19 34,56	43,61 37,50	45,97 39,53	50,30 43,25	53,57 46,06	56,77 48,81	59,95 51,55	63,05 54,21	66,12 56,85	72,15 62,04	78,05 67,11	83,69 71,96
10	— —	45,25 38,90	33,80 29,06	34,72 29,82	37,05 31,86	39,87 34,27	42,89 36,88	45,99 39,54	49,11 42,23	52,24 44,92	55,34 47,58	58,41 50,22	61,48 52,86	64,47 55,43	67,46 58,01	73,34 63,06	79,12 68,03	84,68 72,81
15	— —	— —	44,77 38,50	40,98 35,25	41,62 35,80	43,52 37,45	45,96 39,52	48,65 41,83	51,47 44,26	54,36 46,74	57,28 49,25	60,19 51,75	63,12 54,27	66,00 56,75	68,89 59,23	74,61 64,15	80,26 69,01	85,71 73,70
20	— —	— —	57,40 49,35	48,21 41,46	46,72 40,20	47,53 40,88	49,29 42,38	51,51 44,29	53,99 46,42	56,61 48,68	59,32 51,01	62,06 53,33	64,84 55,75	67,61 58,13	70,39 60,52	75,93 65,29	81,44 70,03	86,79 74,63
25	— —	— —	67,70 58,20	55,53 47,75	52,00 49,72	51,69 44,45	52,74 45,35	54,50 46,90	56,60 48,67	58,95 50,69	61,43 52,82	63,99 55,02	66,63 57,29	69,26 59,55	71,93 61,85	77,29 66,46	82,66 71,07	87,90 75,58
30	— —	— —	75,64 65,10	62,27 53,55	57,19 49,15	55,84 48,05	56,22 48,34	57,48 49,42	59,24 50,94	61,31 52,72	63,57 54,66	65,95 56,71	68,43 58,84	70,94 61,00	73,50 63,20	78,68 67,65	83,91 72,15	89,02 76,54
35	— —	— —	— —	68,22 58,65	62,08 53,35	59,88 51,50	59,60 51,25	60,45 51,98	61,87 53,20	63,68 54,75	65,72 56,51	67,92 58,40	70,25 60,40	72,63 62,45	75,07 64,55	80,08 68,86	85,16 73,22	90,16 77,52
40	— —	— —	— —	73,47 63,20	66,61 57,23	63,72 54,75	62,99 54,16	63,36 54,48	64,45 55,42	66,01 56,76	67,85 58,34	69,87 60,08	72,07 61,97	74,32 63,90	76,66 65,92	81,48 70,06	86,42 74,31	91,30 78,50
45	— —	— —	— —	78,17 67,20	70,78 60,82	67,33 57,90	66,12 56,85	66,17 56,90	66,98 57,59	68,30 58,73	69,95 60,15	71,81 61,75	73,86 63,51	76,00 65,35	78,23 67,27	82,88 71,26	87,88 75,39	92,45 79,49
50	— —	— —	— —	82,44 70,90	74,64 60,80	70,73 60,80	69,13 59,44	68,86 59,21	69,43 59,70	70,54 60,65	72,00 61,91	73,72 63,39	75,63 65,03	77,65 66,77	79,78 68,60	84,26 72,45	88,93 76,47	93,59 80,47
60	— —	— —	— —	— —	81,58 70,20	76,90 66,10	74,66 64,20	73,89 63,53	74,03 63,65	74,78 64,30	75,94 65,30	77,39 66,54	79,07 67,99	80,88 69,54	82,82 71,21	86,99 74,80	91,40 78,59	95,85 82,42

ТАБЛИЦА 22

КОЭФФИЦИЕНТЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ CO₂

Давление, МПа	Температура, °С								
	25	50	100	150	200	250	300	350	400
0,1	14,83	15,99	18,23	20,38	22,43	24,40	26,27	28,07	29,79
1	15,25	16,26	18,40	20,50	22,57	24,52	26,38	28,17	29,89
5	18,27	18,15	19,47	21,38	23,31	25,12	26,91	28,64	30,31
10	73,92	31,59	22,43	22,98	24,62	26,23	27,85	29,44	31,02
15	77,81	55,80	28,19	25,51	26,47	27,72	29,04	30,47	31,91
20	97,35	69,29	37,18	29,65	29,17	29,50	30,47	31,63	32,93
25	105,0	78,75	46,35	34,55	31,98	31,66	32,17	33,04	34,11
30	111,6	86,32	54,22	39,65	35,16	33,99	33,96	34,49	35,33
35	117,6	92,81	61,14	44,50	38,55	36,48	35,91	36,10	36,67
40	123,3	98,75	67,42	49,30	42,10	39,10	37,90	37,77	38,09
45	128,7	104,25	73,01	54,06	45,69	41,75	40,05	39,51	39,52
50	134,0	109,52	78,44	58,59	49,07	44,47	42,20	41,25	41,02
55	138,9	114,50	83,50	62,93	52,37	47,23	44,31	43,03	42,54
60	143,7	119,18	88,04	66,80	55,65	49,92	46,50	44,83	44,08

Продолжение табл. 22

Давление, МПа	Температура, °С								
	450	500	550	600	650	700	800	900	1000
0,1	31,44	33,03	34,56	36,04	37,46	38,85	41,50	44,02	46,43
1	31,53	33,11	34,64	36,11	37,52	38,91	41,56	44,07	46,47
5	31,91	33,47	34,97	36,41	37,81	39,17	41,79	44,29	46,67
10	32,52	34,03	35,48	36,90	38,26	39,60	42,15	44,60	46,96
15	33,31	34,73	36,11	37,47	38,80	40,08	42,58	45,01	47,30
20	34,22	35,53	36,81	38,11	39,36	40,61	43,06	45,40	47,67
25	35,25	36,42	37,61	38,85	40,04	41,24	43,58	45,86	48,07
30	36,34	37,41	38,50	39,61	40,74	41,87	44,13	46,35	48,51
35	37,47	38,39	39,38	40,44	41,51	42,58	44,72	46,86	48,96
40	38,69	39,46	40,34	41,30	42,29	43,29	45,34	47,39	49,44
45	39,91	40,55	41,31	42,18	43,09	44,02	45,97	47,95	49,93
50	41,21	41,70	42,34	43,09	43,91	44,80	46,62	48,52	50,43
55	42,55	42,87	43,38	44,03	44,77	45,57	47,29	49,10	50,95
60	43,87	44,04	44,42	44,98	45,66	46,37	47,98	49,70	51,48

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ CH₄ ПРИ СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ
И КРИТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Константа	Обозначение	Система СИ		Практическая система	
		Единицы измерения	Значение	Единицы измерения	Значение
Температура	$T_0; t_0$	К	298,15	°С	25
Давление	P_0	МПа	0,101325	атм	1 (760 мм рт. ст.)
Удельный объем	v_0	м ³ /кг	1,533	см ³ /г	1533
Плотность	ρ_0	кг/м ³	0,652	г/см ³	0,000652
Молекулярная масса	M	—	16,04	—	16,04
Мольный объем	V_0	м ³ /моль	0,0246	см ³ /моль	24 574
Мольная теплоемкость при постоянном давлении	$C^{\circ}_p{}_{298}$	Дж/(моль · К)	35,35	кал/(моль · °С)	8,44
Стандартная мольная энтропия	S°_{298}	Дж/(моль · К)	186,19	кал/(моль · °С)	44,49
Стандартная мольная энтропия образования	ΔS°_{298}	Дж/(моль · К)	—80,8	кал/(моль · °С)	—19,31
Стандартная мольная энтальпия	ΔH°_{298}	Дж/моль	—74 850	кал/моль	—17 880
Стандартный мольный изобарно-изотермический потенциал (потенциал Гиббса)	ΔZ°_{298}	Дж/моль	—50 800	кал/моль	—12 130
Кинетический диаметр молекулы	σ_{298}	м	$0,414 \cdot 10^{-9}$	Å	4,14

Критические параметры

Критическое давление	P_K	МПа	4,641	атм	45,8
Критическая температура	$T_K; t_K$	К	191,1	°С	—82,1
Критическая плотность	ρ_K	кг/м ³	$0,162 \cdot 10^{-3}$	г/см ³	0,162
Критический удельный объем	v_K	м ³ /кг	6173	см ³ /г	6,173

см³/г

CH₄

ТАБЛИЦА 24

УДЕЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ CH₄
(для получения мольных объемов умножить на 16,04)

Давление, МПа	Температура, °C						
	25	50	100	150	200	300	400
0,1	1533	1640	1895	2150	2405	2910	3420
1	151	162	188	214	240,3	290,7	341,8
5	23,2	30,8	36,7	42,4	47,9	57,9	68,1
10	13,35	14,6	18,0	21,1	24,0	28,9	34,0
15	8,46	9,61	11,97	14,15	16,25	19,7	23,1
20	6,38	7,19	9,02	10,7	12,32	14,9	17,5
25	5,41	5,92	7,36	8,73	10,03	12,15	14,4
30	4,72	5,18	6,34	7,48	8,57	10,37	12,2
35	4,32	4,72	5,64	6,59	7,53	9,12	10,71
40	4,07	4,36	5,15	5,97	6,78	8,21	9,63
45	3,83	3,99	4,8	5,5	6,22	7,53	8,32
50	3,66	3,92	4,51	5,13	5,77	7,03	8,21
60	3,42	3,62	4,10	4,6	5,12	6,24	7,32
70	3,25	3,42	3,83	4,23	4,66	5,64	6,62
80	3,11	3,26	3,6	3,96	4,32	5,22	6,14
90	3,01	3,13	3,42	3,75	4,07	4,93	5,78
100	2,93	3,03	3,29	3,58	3,87	4,68	5,5
150	2,65	2,72	2,90	3,09	3,28	3,94	4,66
200	2,48	2,52	2,65	2,79	2,93	3,21	3,49
250	2,33	2,38	2,5	2,61	2,73	2,96	3,19
300	2,25	2,29	2,38	2,48	2,58	2,78	2,97
350	2,19	2,22	2,3	2,39	2,47	2,63	2,80
400	2,12	2,15	2,22	2,29	2,37	2,52	2,67
450	2,07	2,10	2,16	2,23	2,3	2,43	2,57
500	2,03	2,05	2,11	2,17	2,23	2,36	2,48
600	1,94	1,96	2,03	2,08	2,13	2,23	2,34
700	1,90	1,92	1,97	2,01	2,05	2,14	2,22
800	1,84	1,86	1,90	1,93	1,97	2,02	2,13

Дж/моль
кал/моль

CH₄

ТАБЛИЦА 25

МОЛЬНЫЕ ЭНТАЛЬПИИ CH₄
(все значения отрицательные, знак «минус» в таблице опущен)

Давление, МПа	Температура, °C						
	25	50	100	150	200	300	400
0,1	74 860 17 880	73 940 17 660	72 010 17 200	70 000 16 720	67 830 16 200	63 680 15 210	59 290 14 160
1	74 990 17 910	74 110 17 700	72 140 17 230	70 090 16 740	67 910 16 220	63 760 15 230	59 370 14 180
5	75 610 18 060	74 610 17 820	72 520 17 320	70 420 16 820	68 120 16 270	63 930 15 270	59 490 14 210
10	76 450 18 260	75 320 17 990	73 060 17 450	70 800 16 910	68 410 16 340	64 180 15 330	59 700 14 260
15	77 200 18 440	75 950 18 140	73 520 17 560	71 130 16 990	68 710 16 410	64 480 15 400	59 950 14 320
20	77 750 18 570	76 410 18 250	73 860 17 640	71 380 17 050	68 870 16 450	64 640 15 440	60 120 14 360
25	78 040 18 640	76 700 18 320	74 150 17 710	71 640 17 110	69 080 16 500	64 850 15 490	60 250 14 390
30	78 250 18 690	76 950 18 380	74 360 17 760	71 800 17 150	69 210 16 530	64 980 15 520	60 370 14 420
35	78 420 18 730	77 120 18 420	74 530 17 800	71 930 17 180	69 290 16 550	65 060 15 540	60 460 14 440
40	78 500 18 750	77 200 18 440	74 610 17 820	72 010 17 200	69 380 16 570	65 100 15 550	60 500 14 450
45	78 540 18 760	77 250 18 450	74 650 17 830	72 050 17 210	69 420 16 580	65 150 15 560	60 540 14 460
50	78 540 18 760	77 290 18 460	74 690 17 840	72 100 17 220	69 420 16 580	65 150 15 560	60 580 14 470
60	78 460 18 740	77 250 18 450	74 650 17 830	72 050 17 210	69 420 16 580	65 150 15 560	60 580 14 470
70	78 290 18 700	77 200 18 440	74 610 17 820	72 010 17 200	69 380 16 570	65 100 16 550	60 580 14 470

Дж/моль
ккал/моль

CH₄

Продолжение табл. 25

Давление, МПа	Температура, °С						
	25	50	100	150	200	300	400
80	78 130 18 660	76 910 18 370	74 360 17 760	71 800 17 150	69 170 16 520	65 020 15 530	60 500 14 450
90	77 920 18 610	76 700 18 320	74 190 17 720	71 680 17 120	69 040 16 490	64 940 15 510	60 420 14 430
100	77 710 18 560	76 490 18 270	74 020 17 680	71 510 17 080	68 910 16 460	64 850 15 490	60 330 14 410
150	76 440 18 250	75 070 17 930	72 770 17 380	70 250 16 780	67 700 16 170	64 140 15 320	59 790 14 280
200	—	73 690 17 600	71 510 17 080	69 000 16 480	66 530 15 890	63 300 15 120	59 120 14 120
250	—	72 350 17 280	70 170 16 760	68 080 16 260	66 030 15 770	61 960 14 800	57 780 13 800
300	—	70 970 16 950	68 830 16 440	66 740 15 940	64 690 15 450	60 580 14 470	56 400 13 470
350	—	68 960 16 470	67 450 16 110	65 360 15 610	63 300 15 120	59 243 14 150	55 060 13 150
400	—	68 120 16 270	66 110 15 790	64 020 15 290	61 960 14 800	57 860 13 820	53 670 12 820
450	—	66 740 15 940	64 770 15 470	62 680 14 970	60 620 14 480	56 520 13 500	52 930 12 490
500	—	65 310 15 600	63 430 15 150	61 340 14 650	59 290 14 160	55 180 13 180	50 910 12 160
600	—	62 550 14 940	60 790 14 520	58 700 14 020	56 650 13 530	52 540 12 550	48 380 11 510
700	—	59 750 14 270	58 200 13 900	56 100 13 400	54 010 12 900	49 860 11 910	45 670 10 860
800	—	57 020 13 620	55 600 13 280	53 510 12 780	51 410 12 280	46 930 11 210	42 790 10 220

CH₄

ТАБЛИЦА 26

КОЭФФИЦИЕНТЫ ФУГИТИВНОСТИ CH₄

Давление, МПа	Температура, °С						
	25	50	100	150	200	300	400
0,1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,984	0,988	0,993	0,997	0,999	1,00	1,00
5	0,92	0,938	0,966	0,985	0,995	1,00	1,02
10	0,85	0,884	0,939	0,973	0,992	1,00	1,03
15	0,778	0,842	0,919	0,965	0,993	1,01	1,04
20	0,756	0,810	0,903	0,962	0,998	1,02	1,05
25	0,731	0,789	0,895	0,963	1,01	1,04	1,07
30	0,717	0,778	0,893	0,968	1,02	1,06	1,09
35	0,712	0,775	0,897	0,977	1,03	1,07	1,11
40	0,713	0,779	0,905	0,989	1,04	1,09	1,15
45	0,721	0,787	0,917	1,00	1,06	1,13	1,18
50	0,733	0,8	0,933	1,02	1,08	1,14	1,19
60	0,768	0,838	0,975	1,07	1,13	1,18	1,25
70	0,818	0,889	1,03	1,12	1,18	1,26	1,33
80	0,88	0,954	1,1	1,19	1,25	1,32	1,39
90	0,956	1,03	1,17	1,26	1,32	1,37	1,43
100	1,042	1,12	1,26	1,35	1,40	1,46	1,54
150	—	1,53	1,68	1,75	1,80	1,88	1,93
200	—	1,94	2,1	2,15	2,2	2,35	2,51
250	—	3,25	3,29	3,21	3,13	3,16	3,23
300	—	5,46	5,16	4,83	4,5	3,78	4,2
350	—	9,23	8,14	6,82	6,49	5,79	5,42
400	—	15,62	12,85	11,08	9,32	7,83	7,06
450	—	26,3	20,25	16,85	13,4	10,55	9,16
500	—	44,3	31,85	25,28	19,23	14,3	11,8
600	—	124,2	78,2	58,8	39,3	26,1	19,9
700	—	344,0	189,7	134,6	79,8	47,0	33,0
800	—	936,0	454,0	307,0	159,8	84,0	54,3

Давление, МПа	Температура, °С						
	427	527	627	727	827	927	1027
Ориентировочные значения							
50	1,32	1,29	1,29	1,26	1,26	1,23	1,23
100	1,48	1,44	1,44	1,41	1,38	1,35	1,35
150	1,86	1,78	1,74	1,70	1,62	1,58	1,55
200	2,40	2,24	2,19	2,09	1,95	1,86	1,82
300	4,17	3,80	3,39	3,09	2,82	2,63	2,51
400	7,41	6,03	5,25	4,57	3,98	3,63	3,39
500	12,6	9,77	7,76	6,61	5,62	5,01	4,57
600	20,9	15,1	11,5	10,0	7,94	6,92	6,17
700	34,7	24,0	17,4	13,8	11,0	9,55	8,32
800	57,5	37,2	25,7	13,5	15,5	12,9	11,0
900	95,5	56,2	38,0	27,5	20,9	17,4	14,4
1000	158	87,1	56,2	38,9	28,8	23,4	20,0

Дж/моль
кал/моль

СН₄

ТАБЛИЦА 27

МОЛЬНЫЕ ИЗОБАРНО-ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ
(ПОТЕНЦИАЛЫ ГИББСА) СН₄

(все значения отрицательные, знак «минус» в таблице опущен)

Давление, МПа	Температура, °С						
	25	50	100	150	200	300	400
0,1	50 790	55 310	65 100	73 190	85 160	105 930	128 740
	12 130	13 210	15 550	17 480	20 340	25 300	30 750
1	45 130	49 150	57 990	65 100	76 120	95 710	115 850
	10 780	11 740	13 850	15 550	18 180	22 680	27 670
5	41 280	44 970	53 090	59 450	69 790	87 250	106 760
	9 860	10 740	12 680	14 200	16 670	20 840	25 500
10	39 770	43 250	51 000	57 070	67 070	83 950	102 790
	9 500	10 330	12 180	13 630	16 020	20 050	24 550
15	38 980	42 290	49 820	55 680	65 570	81 980	100 480
	9 310	10 100	11 900	13 300	15 660	19 580	24 000
20	38 350	41 620	48 940	54 680	64 310	80 550	98 850
	9 160	9 940	11 690	13 060	15 360	19 240	23 600
25	37 890	41 110	48 320	53 880	63 470	79 380	97 470
	9 050	9 820	11 540	12 870	15 160	18 960	23 280
30	37 470	40 650	47 730	53 210	62 630	78 460	96 340
	8 950	9 710	11 400	12 710	14 960	18 740	23 010
35	37 100	40 240	47 230	52 670	61 960	77 670	95 380
	8 860	9 610	11 280	12 580	14 800	18 550	22 780
40	36 800	39 860	46 810	53 000	61 420	76 950	94 410
	8 790	9 520	11 180	12 660	14 670	18 380	22 550
45	36 470	39 520	46 430	51 670	60 790	76 240	93 620
	8 710	9 440	11 090	12 340	14 520	18 210	22 360
50	36 170	39 190	46 010	51 250	60 370	75 700	92 990
	8 640	9 360	10 990	12 240	14 420	18 080	22 210
60	35 590	38 600	45 260	50 410	59 490	74 610	91 730
	8 500	9 220	10 810	12 040	14 210	17 820	21 910
70	34 920	38 020	44 670	49 740	58 740	73 600	90 480
	8 340	9 080	10 670	11 880	14 030	17 580	21 610
80	34 460	37 470	44 130	49 070	57 950	72 490	89 510
	8 230	8 950	10 540	11 720	13 840	18 270	21 380
90	34 040	36 970	43 500	48 440	57 280	71 240	88 630
	8 130	8 830	10 390	11 570	13 680	18 210	21 170
100	33 580	36 360	42 960	47 810	56 650	70 150	87 630
	8 020	8 690	10 260	11 420	13 530	17 950	20 930
150	—	34 540	40 820	45 470	54 050	72 350	84 150
	—	8 250	9 750	10 860	12 910	17 280	20 100
200	—	33 120	39 190	43 710	52 130	70 210	81 100
	—	7 910	9 360	10 440	12 450	16 770	19 370
250	—	31 150	37 510	41 530	49 860	67 990	78 460
	—	7 440	8 960	9 920	11 910	16 240	18 740
300	—	29 220	35 170	39 440	47 730	66 490	75 950
	—	6 980	8 400	9 420	11 400	15 880	18 140
350	—	27 420	33 290	37 680	45 720	64 020	73 690
	—	6 550	7 950	9 000	10 920	15 290	17 600

Дж/моль
кал/моль

СН₄

Продолжение табл. 27

Давление, МПа	Температура, °С						
	25	50	100	150	200	300	400
400	—	25 670	31 440	35 500	43 710	62 170	71 380
	—	6 130	7 510	8 480	10 440	14 850	17 050
450	—	23 950	29 680	33 620	40 910	60 290	69 290
	—	5 720	7 090	8 030	9 770	14 400	16 550
500	—	22 230	27 930	31 820	39 940	59 620	67 280
	—	5 310	6 670	7 600	9 540	14 240	16 070
600	—	19 010	24 580	28 180	36 430	55 350	63 010
	—	4 540	5 870	6 730	8 700	13 220	15 050
700	—	15 740	21 350	24 870	33 030	52 210	60 920
	—	3 760	5 100	5 940	7 890	12 470	14 550
800	—	12 810	18 210	21 480	29 810	49 190	56 100
	—	3 060	4 350	5 130	7 120	11 750	13 400

ТАБЛИЦА 28

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРИРАЩЕНИЙ ПОТЕНЦИАЛА ГИББСА СН₄
ПО ОТНОШЕНИЮ К ЗНАЧЕНИЯМ ΔZ_T ПРИ 0,1 МПа

(все величины положительные)

Давление, МПа	Температура, °С						
	427	527	627	727	827	927	1027
50	37 810	43 000	48 400	53 630	58 990	64 180	69 540
	9 030	10 270	11 560	12 810	14 090	15 330	16 610
100	42 500	48 400	54 430	60 330	66 150	71 970	77 960
	10 150	11 560	13 000	14 410	15 800	17 190	18 620
150	46 220	52 500	58 910	65 270	71 340	77 580	84 570
	11 040	12 540	14 070	15 590	17 040	18 530	20 200
200	49 360	55 980	62 800	69 380	75 660	82 060	88 680
	11 790	13 370	15 000	16 570	18 070	19 600	21 180
300	54 930	62 170	69 120	75 990	82 730	89 600	96 550
	13 120	14 850	16 510	18 150	19 760	21 400	23 060
400	59 950	67 160	74 530	81 640	88 510	95 670	102 950
	14 320	16 040	17 800	19 500	21 140	22 850	24 590
500	64 350	71 850	79 130	86 540	93 740	101 110	108 520
	15 370	17 160	18 900	20 670	22 390	24 150	25 920
600	68 370	75 910	83 440	91 520	98 560	106 180	113 760
	16 330	18 130	19 930	21 860	23 540	25 360	27 170
700	72 220	80 090	87 670	95 500	102 950	110 910	118 650
	17 250	19 130	20 940	22 810	24 590	26 490	28 340
800	75 950	83 900	91 610	99 480	107 310	115 220	123 130
	18 140	20 040	21 880	23 760	25 630	27 520	29 410
900	79 590	87 420	95 420	103 330	111 120	119 450	127 360
	19 010	20 880	22 790	24 680	26 540	28 530	30 420
1000	83 150	91 060	99 140	107 100	115 050	123 430	132 010
	19 860	21 750	23 680	25 580	27 480	29 480	31 530

Дж/моль
кал/моль

Раствор

ТАБЛИЦА 29

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
Ag, серебро					
Ag ⁺	+105 480	+77 030	+72,81	+24,66	+82,76
	+25 230	+18 430	+17,42	+5,9	+19,8
Ag ²⁺	+268 360	+268 770	-8,78	—	—
	+64 200	+64 300	-2,1	—	—
AgOH ⁰	—	-91 540	—	—	—
	—	-21 900	—	—	—
Ag(OH) ₂	—	-259 996	—	—	—
	—	-62 200	—	—	—
AgCl ⁰	-72 810	-72 980	+154,66	—	—
	-17 420	-17 460	+37,0	—	—
AgCl ₂ ⁻	-244 820	-215 190	+231,15	—	—
	-58 570	-51 480	+55,3	—	—
AgF ⁰	-239 930	-204 820	+25,92	—	—
	-57 400	-49 000	+6,2	—	—
AgHS ⁰	—	+8 780	—	—	—
	—	+2 100	—	—	—
Ag(HS) ₂ ⁻	—	-4 180	—	—	—
	—	-1 000	—	—	—
AgSO ₄ ⁻	-796 710	-673 520	+136,27	—	—
	-190 600	-161 130	+32,6	—	—
AgS ₂ O ₃ ⁻	—	-485 300	—	—	—
	—	-116 100	—	—	—
Ag(S ₂ O ₃) ₂ ⁻³	-1 277 490	-1 026 190	+73,57	—	—
	-305 620	-245 500	+17,6	—	—
Al, алюминий					
Al ³⁺	-530 860	-491 530	-299,29	+38,04	+127,91
	-127 000	-117 590	-71,600	+9,1	+30,6
Al(OH) ²⁺	-766 280	-699 980	-156,75	—	—
	-183 320	-167 460	-37,5	—	—
Al(OH) ₂ ⁺	—	-906 520	—	—	—
	—	-216 870	—	—	—
Al(OH) ₃ ⁰	—	-1 109 999	—	—	—
	—	-265 550	—	—	—
Al(OH) ₄ ⁻	-1 488 920	-1 304 160	+144,21	—	—
	-356 200	-312 000	+34,5	—	—
AlF ²⁺	-859 950	-811 040	-165,11	—	—
	-205 730	-194 030	-39,5	—	—
AlF ₂ ⁺	-1 189 630	-1 122 830	-58,52	—	—
	-284 600	-268 620	-14,0	—	—
AlF ₃ ⁰	-1 522 400	-1 425 670	+7,52	—	—
	-364 210	-341 070	+1,8	—	—
AlF ₄ ⁻	-1 855 750	-1 718 980	+39,71	—	—
	-443 960	-411 240	+9,5	—	—
AlF ₅ ²⁺	-2 190 740	-2 006 400	+46,82	—	—
	-521 100	-480 000	+11,2	—	—

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
AlF ₆ ³⁺	-2 530 570	-2 288 970	+20,90	—	—
	-605 400	-547 600	+5,0	—	—
AlSO ₄ ⁺	-1 429 680	-1 251 830	-191,86	—	—
	-342 030	-299 480	-45,9	—	—
Al(SO ₄) ₂ ⁻	2 334 820	-2 005 730	-127,49	—	—
	558 570	-479 840	-30,5	—	—
As, мышьяк					
AsO ⁺	—	-156 370	—	—	—
	—	-37 410	—	—	—
H ₃ AsO ₃	-747 800	-645 390	+195,000	+204,40	+685,52
	-178 900	-154 400	+46,65	+48,9	+164,0
H ₂ AsO ₃	-720 300	-592 760	+110,77	-50,16	-168,04
	-172 320	-141 810	+26,5	-12,0	-40,2
H ₂ AsO ₃ ⁻	-688 450	-523 750	-15,05	-277,55	-932,14
	-164 700	-125 300	-3,6	-66,4	-223,0
AsO ₃ ⁻	-663 160	-447 260	-186,43	-474,85	-1592,58
	-158 650	-107 000	-44,6	-113,6	-381,0
H ₃ AsO ₄	-905 810	-769 290	+182,67	+211,51	+710,60
	-216 700	-184 040	+43,7	+50,6	+170,0
H ₂ AsO ₄ ⁻	-912 950	-756 750	117,04	-54,76	-183,50
	-218 410	-181 040	28,0	-13,1	-43,9
HAsO ₄ ⁻	-909 730	-716 990	-5,43	-283,82	-953,04
	-217 640	-171 530	-1,3	-67,9	-228,0
AsO ₄ ³⁺	-891 550	-651 370	-164,69	-488,64	-1638,56
	-213 290	-155 830	-39,4	-116,9	-392,0
Au, золото					
Au ⁺	+221 960	+178 490	+127,49	+2,93	+9,61
	+53 100	+42 700	+30,5	+0,7	+2,3
AuCl ₂ ⁻	-174 310	-151 020	+257,07	—	—
	-41 700	-36 130	+61,5	—	—
AuCl ₄ ⁻	-324 370	-234 790	+257,49	—	—
	-77 600	-56 170	+61,6	—	—
AuCl ₃ OH ⁻	—	-305 560	—	—	—
	—	-73 100	—	—	—
AuCl ₂ (OH) ₂ ⁻	—	-370 770	—	—	—
	—	-88 700	—	—	—
AuCl(OH) ₃ ⁻	—	-430 960	—	—	—
	—	-103 100	—	—	—
Au(OH) ₄ ⁻	—	-486 970	—	—	—
	—	-116 500	—	—	—
Au(OH) ₅ ²⁻	—	-647 900	—	—	—
	—	-155 000	—	—	—
Au(OH) ₃ ⁰	—	-317 260	—	—	—
	—	-75 900	—	—	—

ДЖ/МОЛЬ
КАЛ/МОЛЬ

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
В, бор					
$B(OH)_3^0$	-1 070 290	-967 710	+164,69	—	—
	-256 050	-231 510	+39,4	—	—
$B(OH)_4^-$	-1 341 780	-1 151 970	+104,92	—	—
	-321 000	-275 990	+25,1	—	—
$B(OH)_5^{2-}$	—	-1 318 790	—	—	—
	—	-315 500	—	—	—
$B(OH)_6^{3-}$	—	-1 479 300	—	—	—
	—	-353 900	—	—	—
BF_4^-	-1 572 220	-1 489 960	+200,22	—	—
	-376 130	-356 450	+47,9	—	—
$BF_3(OH)^-$	-1 524 030	-1 414 180	+108,68	—	—
	-364 160	-338 320	+26,0	—	—
$BF_2(OH)_2^-$	—	-1 333 000	—	—	—
	—	-318 900	—	—	—
Ва, барий					
Ba^{2+}	-523 540	-546 990	+8,78	-34,69	-116,20
	-125 250	-130 860	+2,1	-8,3	-27,8
$Ba(OH)^+$	-748 720	-716 790	+56,01	—	—
	-179 120	-171 480	+13,4	—	—
$BaSO_4^0$	—	-1 303 570	—	—	—
	—	-311 860	—	—	—
Ве, бериллий					
Be^{2+}	-403 370	-380 800	-196,46	+98,65	+331,06
	-96 500	-91 100	-47,000	+23,6	+79,2
$Be(OH)_3^-$	—	-958 470	—	—	—
	—	-229 300	—	—	—
$Be(OH)_4^{2-}$	—	-1 114 390	—	—	—
	—	-266 600	—	—	—
$Be_3(OH)_3^{3+}$	—	-1 802 420	—	—	—
	—	-431 200	—	—	—
BeF^+	-737 770	-694 720	-99,07	—	—
	-176 500	-166 200	-23,7	—	—
BeF_2^0	-1 065 060	-996 930	-15,88	—	—
	-254 800	-238 500	-3,8	—	—
BeF_3^-	—	-1 292 460	—	—	—
	—	-309 200	—	—	—
BeF_4^{2-}	—	-1 585 060	—	—	—
	—	-379 200	—	—	—
Ві, висмут					
Bi^{3+}	+80 510	91 750	-176,40	-43,89	-146,72
	+19 260	+21 950	-42,2	-10,5	-35,1
BiO	—	-145 880	—	—	—
	—	-34 900	—	—	—

ДЖ/МОЛЬ
КАЛ/МОЛЬ

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
$Bi(OH)^{2+}$	—	-136 270	—	—	—
	—	-32 600	—	—	—
$Bi(OH)_4^-$	—	-728 990	—	—	—
	—	-174 400	—	—	—
$BiCl_2^{2+}$	-69 810	-58 900	+1,25	—	—
	-16 700	-14 090	+0,3	—	—
$BiCl_2^+$	—	-198 970	—	—	—
	—	-47 600	—	—	—
$BiCl_3^0$	—	-336 490	—	—	—
	—	-80 500	—	—	—
$BiCl_4^-$	—	-479 030	—	—	—
	—	-114 600	—	—	—
Вг, бром					
Br^-	-121 430	-104 120	+83,18	-149,23	-501,60
	-29 050	-24 910	+19,9	-35,7	-120,0
BrO_3^-	-64 580	+20 230	+163,86	-83,60	-286,33
	-15 450	+4 840	+39,2	-20,0	-68,5
Br_2^0	-840	+4 010	+135,85	—	—
	-200	+960	+32,5	—	—
Br_3^-	-132 090	—	—	—	—
	-31 600	—	—	—	—
С, углерод					
CO	-120 840	-119 800	+104,50	+142,54	+476,52
	-28 910	-28 660	-25,0	+34,1	+114,0
H_2CO_3	-698 980	-622 570	+187,26	+209,42	+702,24
	-167 220	-148 940	+44,8	+50,1	+168,0
CO_2	-413 400	-385 650	+120,80	+131,67	+443,08
	-98 900	-92 260	+28,9	+31,5	+106,0
HCO_3^-	-691 330	-586 290	+91,12	-37,20	-124,56
	-165 390	-140 260	+21,8	-8,9	-29,8
CO_3^{2-}	-676 490	-527 390	-56,85	-249,55	-836,00
	-126 170	-13,6	-59,7	-200,0	-200,0
CH_4	-88 950	-34 360	+83,60	+153,41	+514,14
	-21 280	-8 220	+20,0	+36,7	+123,0
$C_2O_4^{2-}$	-807 580	-666 920	+79,84	—	—
	-193 200	-159 550	+19,1	—	—
Са, кальций					
Ca^{2+}	-542 150	-552 180	-55,18	+0,84	+2,93
	-129 700	-132 100	-13,2	+0,2	+0,7
$Ca(OH)^+$	-763 560	-716 280	-14,63	—	—
	-182 670	-171 360	-3,5	—	—
$CaSO_4^0$	-1 447 160	-1 309 180	+20,48	—	—
	-346 210	-313 200	+4,9	—	—
$CaCO_3^0$	—	-1 097 830	—	—	—
	—	-262 640	—	—	—

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	$\bar{C}_{p,298}$	$b \cdot 10^{-3}$
Cd, кадмий					
Cd ²⁺	-75 490 -18 060	-77 790 -18 610	-71,06 -17,0	+4,18 +1,0	+12,54 +3,0
CdOH ⁺	—	-271 280	—	—	—
Cd(OH) ₂ ⁰	—	-64 900	—	—	—
Cd(OH) ₃ ⁻	—	-446 010	—	—	—
Cd(OH) ₃ ⁻	—	-106 700	—	—	—
Cd(OH) ₃ ⁻	—	-604 430	—	—	—
Cd(OH) ₃ ⁻	—	-144 600	—	—	—
Cd(OH) ₃ ⁻	—	-759 090	—	—	—
Cd(OH) ₃ ⁻	—	-181 600	—	—	—
CdCl ⁺	-239 930 -57 400	-220 290 -52 700	+31,77 +7,6	—	—
CdCl ₂ ⁰	-404 410 -96 750	-355 300 -85 000	+109,52 +26,2	—	—
CdCl ₃ ⁻	-560 120 -134 000	-483 210 -115 600	+193,12 +46,2	—	—
Cd(HS) ⁺	—	-123 730	—	—	—
Cd(HS) ₂ ⁰	—	-29 600	—	—	—
Cd(HS) ₂ ⁰	—	-147 970	—	—	—
Cd(HS) ₃ ⁻	—	-35 400	—	—	—
Cd(HS) ₃ ⁻	—	-148 390	—	—	—
Cd(HS) ₃ ⁻	—	-35 500	—	—	—
Cd(HS) ₃ ⁻	—	-148 810	—	—	—
Cd(HS) ₃ ⁻	—	-35 600	—	—	—
Cd(CO ₃) ₃ ⁴⁻	—	-1 695 410	—	—	—
Cd(CO ₃) ₃ ⁴⁻	—	-405 600	—	—	—
Cd(NO ₃) ⁺	-304 390 -72 820	-187 260 -44 800	-3,34 -0,8	—	—
Cd(S ₂ O ₃) ⁰	-721 890 -172 700	-613 620 -146 800	+59,36 +14,2	—	—
Cd(S ₂ O ₃) ₂ ²⁻	—	-1 141 140	—	—	—
CdSO ₄ ⁰	—	-273 000	—	—	—
CdSO ₄ ⁰	-979 790 -234 400	-833 910 -199 500	+3,76 +0,9	—	—
Ce, церий					
Ce ³⁺	-697 220 -166 800	-675 070 -161 500	-200,64 -48,0	-27,59 -6,6	-92,80 -22,2
Ce ⁴⁺	-576 420 -137 900	-507 030 -121 300	-425,11 -101,7	-2,09 -0,5	-7,11 -1,7
Ce(OH) ³⁺	-811 340 -194 100	-748 640 -179 100	-170,13 -40,7	—	—
Ce(PO ₄) ⁰	—	1 798 650 -430 300	—	—	—
CeSO ₄ ⁺	-1 591 160 -380 660	-1 438 670 -344 180	-59,36 -14,2	—	—
CeF ²⁺	—	-977 700 -233 900	—	—	—

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	$\bar{C}_{p,298}$	$b \cdot 10^{-3}$
Cl, хлор					
Cl ⁻	-166 999 -39 950	-131 130 -31 370	+56,43 +13,5	-136,27 -32,6	-455,62 -109,0
Cl ₂ ⁰	-23 410 -5 600	+6 900 1 650	+121,22 +29,0	—	—
ClO ⁻	-107 010 -25 600	-36 780 -8 800	+41,80 +10,0	-4,18 -1,0	-13,79 -3,3
ClO ₂ ⁻	-86 460 -15 900	17 140 4 100	+101,16 +24,2	-44,31 -10,6	-148,81 -35,6
ClO ₃ ⁻	-104 000 -24 880	-8 480 -2 030	+163,44 +39,1	-82,35 -19,7	-275,04 -65,8
ClO ₄ ⁻	-129 200 -30 910	-8 860 -2 120	+183,08 +43,8	-101,99 -24,4	-341,92 -81,8
HClO ⁰	-120 800 -28 900	-79 840 -19 100	+146,3 +35,0	+236,59 +56,6	+794,20 +190,0
HClO ₂ ⁰	-51 830 -12 400	28 420 +6 800	+188,10 +45,0	+209,00 +50,0	+702,24 +168,0
Co, кобальт					
Co ²⁺	-58 520 -14 000	-56 050 -13 410	-108,68 -26,0	+37,20 +8,9	+124,56 +29,8
Co(OH) ₂ ⁰	—	-422 720	—	—	—
Co(OH) ₃ ⁻	—	-101 130	—	—	—
Co(OH) ₃ ⁻	—	-587 290	—	—	—
CoCl ⁺	-223 340 -53 430	-186 390 -44 590	-47,65 -11,4	—	—
CoSO ₄ ⁰	-964 830 -230 820	-812 630 -194 410	-38,87 -9,3	—	—
CoS ₂ O ₆ ⁰	—	-581 020	—	—	—
Co(SO ₄) ₂ ⁰	—	-139 000	—	—	—
Co(HS) ⁺	—	-76 490	—	—	—
Co(HS) ₂ ⁰	—	-18 300	—	—	—
Co(HS) ₂ ⁰	—	-81 930	—	—	—
Co(HS) ₂ ⁰	—	-19 600	—	—	—
Co ³⁺	+25 080 +6 000	+78 120 +18 690	-316,01 -75,6	+49,32 +11,8	+165,53 +39,6
Cu, медь					
Cu ⁺	+72 060 +17 240	+49 910 +11 940	+42,22 +10,1	+59,77 +14,3	+200,64 +48,0
Cu ²⁺	+65 630 +15 700	+95 210 +15 600	-95,72 -22,9	+23,41 +5,6	+36,78 +8,8

Дж/моль
ккал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	$\bar{C}_{p,298}$	$b \cdot 10^{-3}$
CuOH ⁺	—	-129 870	—	—	—
	—	-31 070	—	—	—
Cu(OH) ₃ ⁻	—	-491 780	—	—	—
	—	-117 650	—	—	—
Cu(OH) ₄ ²⁻	—	-654 000	—	—	—
	—	-156 460	—	—	—
CuF ⁺	-261 250	-224 540	-63,95	—	—
	-62 500	-53 000	-15,3	—	—
CuCl ₂ ⁻	—	-243 940	—	—	—
	—	-58 360	—	—	—
CuCl ⁺	—	-71 350	—	—	—
	—	-17 070	—	—	—
CuCO ₃ ⁰	—	-501 600	—	—	—
	—	-120 000	—	—	—
Cu(CO ₃) ₂ ²⁻	—	-1 047 510	—	—	—
	—	-250 600	—	—	—
CuSO ₄ ⁰	-837 670	-690 790	-17,97	—	—
	-200 400	-165 260	-4,3	—	—
Cu(HS) ₃ ⁻	—	-46 400	—	—	—
	—	-11 100	—	—	—
F, фтор					
F ⁻	-333 520	-279 720	-14,00	-104,92	-351,96
	-79 790	-66 920	-3,35	-25,1	-84,2
HF	-320 230	-297 820	+91,33	+39,29	+131,67
	-76 610	-71 250	+21,85	+9,4	+31,5
HF ₂ ⁻	-660 020	-580 940	+67,72	—	—
	-157 900	-138 980	+16,2	—	—
Fe, железо					
Fe ²⁺	-92 500	-92 170	-104,50	+33,02	+110,35
	-22 130	-22 050	-25,0	+7,9	+26,4
Fe ³⁺	-50 700	-17 850	-278,81	+24,66	+82,35
	-12 130	-4 270	-66,7	+5,9	+19,7
Fe(OH) ⁺	-327 920	-290 680	+4,60	—	—
	-78 450	-69 540	+1,1	—	—
Fe(OH) ₂ ⁰	—	-458 750	—	—	—
	—	-109 750	—	—	—
Fe(OH) ₃ ⁻	—	-620 650	—	—	—
	—	-148 480	—	—	—
Fe(OH) ₄ ²⁻	—	-775 470	—	—	—
	—	-185 520	—	—	—
Fe(HS) ₂ ⁰	—	-119 130	—	—	—
	—	-28 500	—	—	—
Fe(HS) ₃ ⁻	—	-118 710	—	—	—
	—	-28 400	—	—	—
Fe(OH) ²⁺	-292 600	-242 440	-104,08	—	—
	-70 000	-58 000	-24,9	—	—
Fe(OH) ₂ ⁺	—	-453 190	—	—	—
	—	-108 420	—	—	—

Дж/моль
ккал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	$\bar{C}_{p,298}$	$b \cdot 10^{-3}$
Fe(OH) ₃ ⁰	—	-676 740	—	—	—
	—	-161 900	—	—	—
Fe(OH) ₄ ⁻	—	-843 110	—	—	—
	—	-201 700	—	—	—
FeF ²⁺	-370 050	-332 020	-129,58	—	—
	-88 530	-79 430	-31,0	—	—
FeCl ²⁺	-194 290	-157 420	-115,79	—	—
	-46 480	-37 660	-27,7	—	—
FeCl ₃ ⁰	—	-415 700	—	—	—
	—	-99 450	—	—	—
FeSO ₄ ⁰	-998 560	-847 830	-36,78	—	—
	-238 890	-202 830	-8,8	—	—
FeSO ₄ ⁺	-933 180	-784 630	-94,89	—	—
	-223 250	-187 710	-22,7	—	—
FeHPO ₄ ⁺	-1 358 080	-1 168 600	-157,59	—	—
	-324 900	-279 570	-37,7	—	—
FeO ₄ ²⁻	-479 030	—	—	—	—
	-114 600	—	—	—	—
FeCl ₂ ⁺	—	-290 260	—	—	—
	—	-69 440	—	—	—
H, водород					
H ⁺	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
H ₂	-4 180	+17 560	+57,68	+173,89	+585,20
	-1 000	+4 200	+13,8	+41,6	+140,0
H ₂ O-жидкость	-285 560	-236 950	+69,85	+75,22	—
	-68 320	-56 690	+16,71	+17,995	—
Hg, ртуть					
Hg ₂ ²⁺	+172 220	+153 410	+84,44	—	—
	+41 200	+36 700	+20,2	—	—
Hg ²⁺	+170 960	+164 270	+32,19	—	—
	+40 900	+39 300	-7,7	—	—
HgOH ⁺	-84 440	-52 250	+71,06	—	—
	-20 200	-12 500	+17,0	—	—
Hg(OH) ₂ ⁰	-354 880	-274 630	+142,12	—	—
	-84 900	-65 700	+34,0	—	—
Hg(OH) ₃ ⁻	—	-506 620	—	—	—
	—	-121 200	—	—	—
HgCl ⁺	-18 810	-5 430	+75,24	—	—
	-4 500	-1 300	+18,0	—	—
HgCl ₂ ⁰	-216 110	-173 050	+154,66	—	—
	-51 700	-41 400	+37,0	—	—
HgCl ₃ ⁻	-388 320	-308 900	+209,00	—	—
	-92 900	-73 900	+50,0	—	—
Hg(HS) ₂ ⁰	—	-26 750	—	—	—
	—	-6 400	—	—	—

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
HgS ₂ ²⁻	—	+418 000	—	—	—
HgS ₂ O ₃ ²⁻	—	+10 000	—	—	—
Hg(S ₂ O ₃) ₂ ²⁻	—	-515 810	—	—	—
	—	-123 400	—	—	—
	—	-1 037 890	—	—	—
	—	-248 300	—	—	—
I, иод					
I ⁻	-57 640	-51 540	+102,83	-167,62	-562,21
	-13 790	-12 330	+24,6	-40,1	-134,5
IO ₃ ⁻	-219 490	-125 820	+117,04	-79,42	-266,27
	-52 510	-30 100	+28,0	-19,0	-63,7
I ₂	+21 740	+16 430	+134,60	—	—
	+5 200	+3 930	+32,2	—	—
I ₃ ⁻	-52 460	-51 580	+236,17	—	—
	-12 550	-12 340	+56,5	—	—
K, калий					
K ⁺	-252 070	-282 390	+101,07	+21,74	+72,73
	-60 300	-67 560	+24,18	+5,2	+17,4
KSO ₄ ⁻	-1 156 230	-1 029 780	+147,14	—	—
	-276 610	-246 360	+35,2	—	—
La, лантан					
La ³⁺	-706 420	-685 520	-209,00	-56,85	-190,61
	-169 000	-164 000	-50,0	-13,6	-45,6
LaF ₂ ⁺	—	-985 440	—	—	—
	—	-235 800	—	—	—
LaCO ₃ ⁺	—	-1 256 930	—	—	—
	—	-300 700	—	—	—
LaSO ₄ ⁺	-1 600 190	-1 448 620	-75,66	—	—
	-382 820	-346 560	-18,1	—	—
Li, литий					
Li ⁺	-278 200	-292 350	+11,29	+70,22	+235,33
	-66 560	-69 940	+2,7	+16,8	+56,3
Mg, магний					
Mg ²⁺	-461 300	-454 820	-119,55	+38,46	+129,16
	-110 360	-108 810	-28,6	+9,2	+30,9
Mg(OH) ⁺	—	-627 000	—	—	—
	—	-150 000	—	—	—
MgF ⁺	-775 390	-744 880	-33,44	—	—
	-185 500	-178 200	-8,0	—	—

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
MgCO ₃ ⁰	—	-1 001 530	—	—	—
	—	-239 600	—	—	—
MgSO ₄ ⁰	-1 367 570	-1 210 650	-52,25	—	—
	-327 170	-298 630	-12,5	—	—
Mn, марганец					
Mn ²⁺	-220 290	-229 730	-66,88	+12,54	+41,80
	-52 700	-54 960	-16,0	+3,0	+10,0
Mn(OH) ⁺	-445 590	-406 300	2,51	—	—
	-106 600	-97 200	0,6	—	—
Mn(OH) ₂ ⁰	—	-745 710	—	—	—
	—	-178 400	—	—	—
Mn ³⁺	-100 320	-85 270	-213,18	-19,23	-64,37
	-24 000	-20 400	-51,0	-4,6	-15,4
MnO ₄ ²⁻	—	-493 660	—	—	—
	—	-118 100	—	—	—
MnO ₄ ⁻	-532 530	-439 860	196,04	-108,26	-367,42
	-127 400	-105 230	46,9	-25,9	-87,9
MnSO ₄ ⁰	-1 126 130	-985 730	2,51	—	—
	-269 410	-235 820	0,6	—	—
Mo, молибден					
MoO ₄ ²⁻	-996 930	-837 250	+33,02	-309,32	-1036,64
	-238 500	-200 300	+7,9	-74,0	-248,0
HMoO ₄ ⁻	—	-865 800	—	—	—
	—	-207 130	—	—	—
H ₂ MoO ₄	—	-876 290	—	—	—
	—	-209 640	—	—	—
MoO ₂ ²⁺	-461 470	-410 890	-66,88	—	—
	-110 400	-98 300	-16,0	—	—
MoO ₂ (OH) ⁺	—	-645 270	—	—	—
	—	-154 370	—	—	—
N, азот					
N ₂	-10 530	-18 140	+95,30	+148,81	+497,42
	-2 520	-4 340	+22,8	+35,6	+119,0
NO ₃ ⁻	-207 160	-111 310	+146,72	-86,53	-290,09
	-49 560	-26 630	+35,1	-20,7	-69,4
NH ₄ ⁺	-132 380	-78 670	+111,19	+79,84	+267,94
	-31 670	-18 820	+26,6	+19,1	+64,1

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
NH_4OH^0	-365 770 -87 510	-262 920 -62 900	+179,32 +42,9	—	—
NO_2^-	-104 500 -25 000	-3 720 -890	+140,03 +33,5	-97,39 -23,3	-326,46 -78,1
Na, натрий					
Na^+	-240 220 -57 470	-261 970 -62 670	+58,94 +14,1	+46,40 +11,1	+155,50 +37,2
Nb, ниобий					
NbO_3^-	-1 019 080 -243 800	-942 170 -225 400	+150,48 +36,0	-76,91 -18,4	-257,91 -61,7
$HNbO_3^{\circ}$	-1 037 890 -248 300	-984 390 -235 500	+229,90 +55,0	+183,08 +43,8	+614,46 +147,0
NbO_2^+	—	-744 040 -178 000	—	—	—
Ni, никель					
Ni^{2+}	-53 500 -12 800	-45 060 -10 780	-128,87 -30,83	+5,85 +1,4	+19,65 +4,7
$Ni(OH)^+$	—	-219 740 -52 570	—	—	—
$Ni(OH)_2^{\circ}$	—	-417 580 -99 900	—	—	—
$Ni(OH)_3^-$	—	-590 380 -141 240	—	—	—
$NiSO_4^{\circ}$	-960 190 -229 710	-801 430 -191 730	-61,03 -14,6	—	—
$NiS_2O_3^{\circ}$	—	-571 410 -136 700	—	—	—
O, кислород					
O_2	-11 700 -2 800	+16 300 +3 900	+110,77 +26,5	+138,78 +33,2	+463,98 +111,0
OH^-	-229 770 -54 970	-157 140 -37 590	-10,74 -2,57	-148,39 -35,5	-497,42 -119,0
P, фосфор					
H_3PO_4	-1 287 100 -307 920	-1 441 560 -273 100	+158,00 +37,8	+229,06 +54,8	+769,12 +184,0
$H_2PO_4^-$	-1 295 050 -309 820	-1 129 310 -270 170	+90,29 +21,6	-43,89 -10,5	-147,14 -35,2
HPO_4^{2-}	-1 290 910 -308 830	-1 088 220 -260 340	-33,44 -8,0	-265,43 -63,5	-890,34 -213,0
PO_4^{3-}	-1 276 150 -305 300	-1 017 830 -5 830	-220,08 2,7	-334,40 -12,6	-1120,24 -42,3
$H_3PO_3^{\circ}$	-963 910 -230 600	—	—	—	—

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
$H_2PO_3^-$	-968 510 -231 700	—	—	—	—
HPO_3^{2-}	-968 090 -231 600	—	—	—	—
Pb, свинец					
Pb^{2+}	-1 380 -330	-24 370 -5 830	+11,29 +2,7	-52,67 -12,6	-176,81 -42,3
$Pb(OH)^+$	—	-226 140 -54 100	—	—	—
$Pb(OH)_2^{\circ}$	—	-400 440 -95 800	—	—	—
$Pb(OH)_3^-$	—	-575 170 -137 600	—	—	—
PbF^+	—	-311 410 -74 500	—	—	—
PbF_2°	—	-596 900 -142 800	—	—	—
PbF_3^-	—	-883 230 -211 300	—	—	—
$PbCl^+$	—	-164 730 -39 410	—	—	—
$PbCl_2^{\circ}$	—	-300 540 -71 900	—	—	—
$Pb(CO_3)_2^{2-}$	—	-1 126 090 -269 400	—	—	—
$PbSO_4^{\circ}$	—	-782 500 -187 200	—	—	—
$Pb(HS)_2^{\circ}$	—	-87 360 -20 900	—	—	—
$Pb(HS)_3^-$	—	-82 760 -19 800	—	—	—
Pd, палладий					
Pd^{2+}	—	+176 400 42 200	—	—	—
$PdCl^+$	—	+11 030 2 640	—	—	—
$PdCl_2^{\circ}$	—	-146 300 -35 000	—	—	—
$PdCl_3^-$	—	-291 720 -69 790	—	—	—
$PdCl_4^{2-}$	—	-434 260 -103 890	—	—	—
$PdCl_5^{3-}$	—	-448 100 -107 200	—	—	—
$PdOH^+$	—	-53 090 -12 700	—	—	—

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	$\bar{C}_{p,298}$	$b \cdot 10^{-3}$
Pd(OH) ₂	—	-286 750 -68 600	—	—	—
Pt, платина					
Pt ²⁺	—	+185 590 +44 400	—	—	—
PtCl ₄ ²⁻	-502 850 -12 030	-368 260 -88 100	+167,20 +40,0	—	—
PtCl ₃ (OH) ²⁻	—	-425 520 -101 800	—	—	—
PtCl ₂ (OH) ₂ ²⁻	—	-477 360 -114 200	—	—	—
PtCl(OH) ₃ ²⁻	—	-526 260 -125 900	—	—	—
Pt(OH) ₄ ²⁻	—	-572 240 -136 900	—	—	—
PtCl ₅ ⁻	—	-228 230 -54 600	—	—	—
PtCl ₆ ⁰	—	-79 840 -19 100	—	—	—
PtCl ₆ ²⁻	-672 980 -161 000	-489 060 -117 000	+219,87 +52,6	—	—
S, сера					
H ₂ S ⁰	-39 710 -9 500	-27 840 -6 660	+121,22 +29,0	+131,67 +31,5	+443,08 +106,0
HS ⁻	-17 560 -4 200	+12 040 +2 800	+62,70 +15,0	-140,45 -33,6	-472,34 -113,0
S ²⁻	+33 020 -7 900	+85 690 +20 500	-14,63 -3,5	-400,03 -95,7	-1341,78 -321,0
S ₂ ²⁻	+30 100 +7 200	+79 420 +19 000	+28,42 +6,8	-428,45 -102,5	-1437,92 -344,0
S ₃ ²⁻	+25 920 +6 200	+73 570 +17 600	+66,04 +15,8	-453,53 -108,5	-1521,52 -364,0
S ₄ ²⁻	+22 990 +5 500	+68 970 +16 500	+103,25 +24,7	—	—
S ₅ ²⁻	+21 320 +5 100	+65 630 +15 700	+140,45 +33,6	—	—
HSO ₄ ⁻	-887 910 -212 420	-754 410 -180 480	+124,15 +29,7	-71,06 -17,0	-238,26 -57,0
SO ₄ ²⁻	-908 400 -217 320	-743 120 -177 780	+17,56 +4,20	-299,29 -71,6	-1003,20 -240,0
H ₂ SO ₃	-608 230 -145 510	-537 380 -128 560	+231,99 +55,5	179,74 43,0	+601,92 +144,0
HSO ₃ ⁻	-625 620 -149 670	-527 310 -126 150	+139,61 +33,4	-69,81 -16,7	-234,08 -56,0
SO ₃ ²⁻	-634 940 -151 900	-486 130 -116 300	-29,26 -7,0	-267,94 -64,1	-398,70 -215,0

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	$\bar{C}_{p,298}$	$b \cdot 10^{-3}$
SO ₂	-322 670 -77 190	-300 420 -71 870	+161,77 +38,7	—	+104,50 +25,0
H ₂ S ₂ O ₃	-603 800 -144 450	-526 550 -125 970	+242,02 +57,9	—	+172,63 +41,3
HS ₂ O ₃ ⁻	-624 070 -149 300	-523 130 -125 150	+162,60 +38,9	—	-84,85 -20,3
S ₂ O ₃ ²⁻	-651 660 -155 900	-513 300 -122 800	+37,20 +8,9	—	-300,12 -71,8
Sb, сурьма					
SbCl ₄ ⁻	—	-475 390 -113 730	—	—	—
Sb(OH) ₃ ⁺	—	-416 330 -99 600	—	—	—
Sb(OH) ₃ ⁰	-772 880 -184 300	-646 650 -154 700	+125,40 +30,0	—	—
Sb(OH) ₄ ⁻	—	-816 350 -195 300	—	—	—
H ₃ SbO ₄	-906 220 -216 800	—	—	—	—
Se, селен					
Se ²⁻	+63 950 +15 300	+129 160 +30 900	-45,98 -11,0	—	-379,13 -90,7
HSe ⁻	+15 880 +3 800	+43 890 +10 500	+79,42 +19,0	—	-151,73 -36,3
H ₂ Se	+19 230 +4 600	+22 150 +5 300	+163,44 +39,1	—	+103,25 +24,7
Se ₂ ²⁻	—	+114 110 +27 300	—	—	—
HSeO ₃ ⁻	-575 590 -137 700	-450 440 -107 760	+182,60 +38,9	—	-84,85 -20,3
SeO ₃ ²⁻	-598 580 -143 200	-440 990 -105 500	+53,92 +12,9	—	-323,53 -77,4
SeO ₃ ⁰	-508 710 -121 700	-363 450 -86 950	-7,11 -1,7	—	-282,57 -67,6
HSeO ₂ ⁻	-514 060 -122 980	-410 890 -98 300	+134,18 +32,1	—	-68,97 -16,5
H ₂ SeO ₃ ⁰	-506 990 -121 290	-425 820 -101 870	+207,75 +49,7	—	+193,95 +46,4
Si, кремний					
H ₄ SiO ₄ ⁰	-1 460 740 -349 460	-1 308 630 -313 070	+179,32 +42,9	—	+214,85 +51,4
H ₃ SiO ₄ ⁻	-1 424 790 -340 860	-1 252 750 -299 700	+112,44 +26,9	—	-72,31 -17,3
H ₂ SiO ₄ ²⁻	-1 395 280 -333 800	-1 185 870 -283 700	-12,96 -3,1	—	-280,06 -67,0
					+718,96 +172,0 -175,56 -940,50 -225,0

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
SiO ₄ ⁴⁻	-1 351 390 -323 300	-1 026 190 -245 500	-401,70 -96,1	—	—
SiF ₆ ²⁻	-2 393 300 -572 560	-2 204 950 -527 500	+124,98 +29,9	—	—
SiF ₄ ⁰	—	-1 610 140 -385 200	—	—	—
Sn, олово					
Sn ²⁺	-24 370 -5 830	-27 090 -6 480	-69,81 -16,7	+9,61 +2,3	+32,19 +7,7
Sn(OH) ⁺	—	-252 050 -60 300	—	—	—
Sn(OH) ₂ ⁰	—	-463 140 -110 800	—	—	—
Sn(OH) ₃ ⁻	—	-645 810 -154 500	—	—	—
SnF ⁺	—	-334 400 -80 000	—	—	—
SnCl ⁺	—	-166 780 -39 900	—	—	—
SnCl ₂ ⁰	—	-302 210 -72 300	—	—	—
SnCl ₃ ⁻	—	-432 210 -103 400	—	—	—
SnSO ₄ ²⁻	—	-780 990 -186 840	—	—	—
Sr, стронций					
Sr ²⁺	-555 940 -133 000	-570 900 -136 580	-27,17 -6,5	-20,90 -5,0	-70,22 -16,8
Sr(OH) ⁺	-780 820 -186 800	-732 750 -175 300	-5,85 -1,4	—	—
Ta, тантал					
TaO ₃ ⁻	-1 150 340 -275 200	-1 071 750 -256 400	-150,48 -36,0	-76,91 -18,4	-257,91 -16,7
HTaO ₃ ⁰	-1 181 270 -282 600	-1 126 510 -269 500	+229,90 +55,0	-183,08 -43,8	+614,46 +147,0
TaO ₂ ⁺	—	-895 360 -214 200	—	—	—
Te, теллур					
Te ²⁻	+101 160 +24 200	+173 890 +41 600	-63,95 -15,3	-367,00 -87,8	-1228,92 -294,0
HTe ⁻	+69 390 +16 600	+104 500 +25 000	+61,45 +14,7	-139,61 -33,4	-468,16 -112,0
H ₂ Te ⁰	+77 750 +18 600	+89 450 +21 400	+140,87 +33,7	+118,71 +28,4	+397,94 +95,2

Дж/моль
кал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
Te ₂ ⁻	—	-162 890 -38 970	—	—	—
H ₂ TeO ₃	-554 270 132 600	-474 010 -113 400	+218,20 +52,2	+188,94 +45,2	+631,18 +151,0
HTeO ₅ ⁻	-555 940 -133 000	-451 860 -108 100	+138,78 33,2	-64,79 -15,5	-216,52 -51,8
TeO ₃ ²⁻	-532 110 -127 300	-390 830 -93 500	+13,38 +3,2	-296,36 -70,9	-99,07 -23,7
TeOOH ⁺	—	-256 650 -61 400	—	—	—
H ₄ TeO ₆ ²⁻	-1 126 510 -269 500	-864 840 -206 900	+177,65 42,5	-405,46 -97,0	-1371,04 -328,0
H ₅ TeO ₆ ⁻	-1 156 610 -276 700	-927 540 -221 900	286,33 68,5	-167,20 -40,0	-560,12 -134,0
H ₆ TeO ₆	+1 180 850 +282 500	-971 430 -232 400	+352,37 +84,3	+99,90 +23,9	+334,82 +80,1
U, уран					
UO ₂ ²⁺	-1 023 260 -244 800	-960 480 -229 780	-86,11 -20,6	+39,29 +9,4	+131,67 +31,5
UO ₂ OH ⁺	-1 256 590 -300 620	-1 168 020 -279 450	+60,19 +14,4	—	—
UO ₂ (OH) ₂ ⁰	-1 513 580 -362 100	-1 363 470 -326 190	+86,94 +20,8	—	—
UO ₂ (OH) ₃ ⁻	—	-1 536 780 -367 650	—	—	—
UO ₂ (OH) ₄ ²⁻	—	-1 692 900 -405 000	—	—	—
(UO ₂) ₂ (OH) ₃ ⁺	-2 572 370 -615 400	-2 361 700 -565 000	+8,36 +2,0	—	—
UO ₂ F ⁺	-1 366 020 -326 800	-1 268 290 -303 420	36,78 -8,8	—	—
UO ₂ F ₂ ⁰	—	-1 572 930 -376 300	—	—	—
UO ₂ F ₃ ⁻	—	-1 867 620 -446 800	—	—	—
UO ₂ F ₄ ²⁻	—	-2 154 790 -515 500	—	—	—
UO ₂ Cl ⁺	—	-1 092 820 -261 440	—	—	—
UO ₂ (CO ₃) ₂ ⁻	—	-2 118 420 -506 800	—	—	—
UO ₂ (CO ₃) ₃ ⁴⁻	—	-2 670 180 -638 800	—	—	—
UO ₂ SO ₄ ⁰	-1 910 680 -457 100	-1 719 110 -411 270	+53,92 +12,9	—	—
UO ₂ (SO ₄) ₂ ²⁻	-2 845 230 -673 500	-2 470 670 -591 070	+112,86 +27,0	—	—

Дж/моль
ккал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
UO ₂ ⁺	—	—966 420 —231 200	—	—	—
U ⁴⁺	—589 800 —141 100	—549 670 —131 500	—345,27 —82,6	—54,34 —13,0	—183,92 —44,0
U(OH) ³⁺	—826 390 —197 700	—785 420 —187 900	—115,37 —27,6	—	—
UF ³⁺	—	—912 490 —218 300	—	—	—
UF ₂ ²⁺	—	—1 222 230 —292 400	—	—	—
UF ₄ ⁰	—	—1 830 000 —437 800	—	—	—
UF ₅ [—]	—	—2 118 840 —506 900	—	—	—
UF ₆ ^{2—}	—	—2 411 860 —577 000	—	—	—
UF ₃ ⁺	—	—1 526 120 —365 100	—	—	—
UCl ³⁺	—	—675 910 —167 700	—	—	—
U ³⁺	—490 730 —117 400	—488 640 —116 900	—152,57 —36,5	—58,52 —14,0	—196,46 —47,0
V, ванадий					
V ²⁺	—266 970 —54 300	—216 900 —51 890	—135,01 —32,1	+53,09 +12,7	+178,07 +42,6
V ³⁺	—262 920 —62 900	—241 480 —57 770	—238,26 —57,0	—2,51 —0,6	—8,36 —2,0
VO ²⁺	—488 220 —116 800	—445 960 —109 690	—140,45 —33,6	+56,85 +13,6	+192,28 +46,0
VO ₂ ⁺	—649 570 —155 400	—586 620 —140 340	—42,22 —10,1	+115,79 +27,7	+388,74 +93,0
V(OH) ₃ ⁺	—	—889 290 —212 750	—	—	—
V(OH) ²⁺	—	—461 760 —110 470	—	—	—
V(OH) ⁺	—	—417 000 —99 760	—	—	—
V(OH) ₂ ⁺	—	—678 620 —162 350	—	—	—
H ₅ VO ₄	—	—1 042 200 —249 330	—	—	—
H ₂ VO ₄ [—]	—	—1 016 580 —243 200	—	—	—
HVO ₃ [—]	—	—965 580 —231 000	—	—	—
VO ₃ [—]	—	—902 040 —215 800	—	—	—

Дж/моль
ккал/моль

Раствор

Продолжение табл. 29

Ион, молекула	ΔH°_{298}	ΔZ°_{298}	\bar{S}°_{298}	\bar{C}_{p298}	$b \cdot 10^{-3}$
H ₃ V ₂ O ₇ [—]	—	—1 866 790 —446 600	—	—	—
V ₄ O ₁₂ [—]	—	—3 163 420 —756 800	—	—	—
H ₂ V ₁₀ O ₂₈ ^{4—}	—	—7 720 460 —1 847 000	—	—	—
HV ₁₀ O ₂₈ ^{5—}	—	—7 699 560 —1 842 000	—	—	—
VOF ⁺	—	—744 460 —178 100	—	—	—
VOF ₂ ⁰	—	—1 036 640 —248 000	—	—	—
VOF ₃ [—]	—	—1 325 900 —317 200	—	—	—
VOSO ₄ ⁰	—	—1 203 210 —287 850	—	—	—
W, вольфрам					
H ₂ WO ₄	—	—963 910 —230 600	—	—	—
HWO ₄ [—]	—	—951 370 —227 600	—	—	—
WO ₄ ^{2—}	—1 072 340 —256 540	—930 470 —222 600	97,39 23,3	—351,12 —84,0	—1178,76 —282,0
H ₇ (WO ₄) ₆ ^{5—}	—6 703 470 —1 603 700	—5 942 290 —1 421 600	883,23 211,3	—	—
Zn, цинк					
Zn ²⁺	—153 530 —36 730	—147 050 —35 180	—110,56 —26,45	+36,78 +8,8	+123,30 +29,5
Zn(OH) ⁺	—	—332 940 —79 650	—	—	—
Zn(OH) ₂ ⁰	—	—534 870 —127 960	—	—	—
Zn(OH) ₃ [—]	—	—704 040 —168 430	—	—	—
Zn(OH) ₄ ^{2—}	—	—870 440 —208 240	—	—	—
ZnF ⁺	—477 770 —114 300	—433 970 —103 820	—70,22 —16,8	—	—
Zn(HS) ₂ ⁰	—	—208 160 —49 800	—	—	—
Zn(HS) ₃ [—]	—	—202 730 —48 500	—	—	—
Zn(S ₂ O ₃) ⁰	—792 230 —189 530	—673 400 —161 110	+11,70 +2,3	—	—
ZnSO ₃ ⁰	—1 059 290 —253 420	—903 720 —216 200	—38,87 —9,3	—	—

**ПОТЕНЦИАЛЫ ВЕЩЕСТВ (ПОТЕНЦИАЛЫ ГИББСА) В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ПРИ ВЫСОКИХ
ТЕМПЕРАТУРАХ**

Ион, молекула	Температура, °C							
	25	50	100	150	200	250	300	350
Ag ⁺	+77 120 +18 423	+74 720 +17 850	+69 570 +16 620	+63 170 +15 090	+57 350 +13 700	+50 230 +12 300	+45 420 +10 850	+39 180 +9 360
Al ³⁺	-492 230 -117 590	-488 925 -116 800	-482 650 -115 300	-477 200 -114 000	-471 760 -112 700	—	—	—
H ₃ AsO ₃	-646 320 -154 400	-637 950 -152 400	-622 340 -148 600	-606 550 -144 900	-592 320 -141 500	—	—	—
H ₂ AsO ₃ ⁻	-593 620 -141 810	-582 690 -139 200	-560 505 -133 900	-536 645 -128 200	-511 950 -122 300	—	—	—
HAsO ₃ ²⁻	-524 510 -125 300	-510 270 -121 900	-497 720 -114 600	-445 890 -106 500	-409 050 -97 700	—	—	—
AsO ₃ ³⁻	-447 990 -107 000	-429 450 -102 500	-388 535 -92 800	-342 900 -81 900	-292 240 -69 800	—	—	—
H ₂ AsO ₄	-770 540 -184 040	-759 490 -181 400	-736 880 -176 000	-714 270 -170 600	-691 660 -165 200	—	—	—
H ₂ AsO ₄ ⁻	-757 980 -181 040	-746 090 -178 200	-718 040 -171 500	-687 890 -164 300	-655 650 -156 600	—	—	—
HAsO ₄ ²⁻	-718 160 -171 530	-702 960 -167 900	-666 960 -159 300	-626 345 -149 600	-585 380 -139 100	—	—	—
AsO ₄ ³⁻	-652 430 -155 830	-633 040 -151 200	-586 990 -140 200	-535 490 -127 900	-478 130 -114 200	—	—	—
Au ⁺	+178 780 +42 700	+175 300 +41 870	+168 060 +40 140	+160 770 +38 400	+153 660 +36 700	—	—	—
Ba ²⁺	-547 885 -130 860	-549 940 -131 350	-553 495 -132 200	-556 840 -133 000	-559 775 -133 700	-562 710 -134 400	-563 960 -134 700	-563 540 -134 600
Be ²⁺	-381 420 -91 100	-379 740 -90 700	-376 801 -90 000	-374 720 -89 500	-373 880 -89 300	—	—	—
Br ⁻³	-104 290 -24 910	-101 530 -24 520	-96 380 -23 020	-88 800 -21 210	-80 090 -19 130	-70 340 -16 800	-59 540 -14 220	-47 730 -11 400
Bi ³⁺	+91 900 +21 950	+92 820 +22 170	+94 620 +22 600	+96 715 +23 100	+98 390 +23 500	—	—	—
H ₂ CO ₃	-623 580 -148 940	-617 550 -147 500	-606 040 -144 750	-595 660 -142 270	-586 320 -140 040	-577 990 -138 050	-570 620 -136 290	-564 460 -134 820
HCO ₃ ⁻	-587 240 -140 260	-578 450 -138 160	-560 190 -133 800	-541 310 -129 290	-521 630 -124 590	-501 200 -119 710	-479 930 -114 630	-458 120 -109 420
CO ₃ ²⁻	-528 250 -126 170	-515 350 -123 090	-487 720 -116 490	-457 450 -109 260	-424 540 -101 400	-388 910 -92 890	-350 520 -83 720	-309 660 -73 960
Ca ²⁺	-553 080 -132 100	-553 620 -132 230	-554 920 -132 540	-555 500 -132 680	-555 630 -132 710	-555 170 -132 600	-554 250 -132 380	-552 450 -131 950
Cd ²⁺	-77 920 -18 610	-78 080 -18 650	-78 590 -18 770	-79 130 -18 900	-79 970 -19 100	—	—	—
Cl ⁻	-131 350 -31 372	-128 220 -30 625	-121 040 -28 910	-112 880 -26 960	-103 620 -24 750	-93 280 -22 280	-81 890 -19 560	-69 420 -16 580
CrO ₄ ²⁻	-721 340 -172 290	-707 990 -169 100	-678 260 -162 000	-645 600 -154 200	-609 180 -145 500	—	—	—
Co ²⁺	-56 145 -13 410	-55 980 -13 370	-55 890 -13 350	-56 100 -13 400	-56 940 -13 600	—	—	—
Cs ⁺	-291 950 -69 730	-294 625 -70 370	-299 730 -71 590	-304 800 -72 800	-310 160 -74 080	—	—	—
Cu ⁺	+49 990 +11 940	+48 060 +11 480	+43 960 +10 500	+39 360 +9 400	+34 330 +8 200	—	—	—
Cu ²⁺	+65 310 +15 600	+65 190 +15 570	+64 850 +15 490	+64 270 +15 350	+63 430 +15 150	—	—	—
F ⁻	-280 180 -66 920	-275 575 -65 820	-265 530 -63 420	-254 560 -60 800	-242 000 -57 800	-227 540 -54 300	-213 530 -51 000	-198 870 -47 500
Fe ²⁺	-92 320 -22 050	-92 360 -22 060	-92 570 -22 110	-93 200 -22 260	-94 080 -22 470	—	—	—

Ион, молекула	Температура, °C							
	25	50	100	150	200	250	300	350
Fe ³⁺	-17 880 -4 270	-15 110 -3 610	-9 960 -2 380	-5 190 -1 240	-710 -170	—	—	—
Hg ²⁺	+164 540 +39 300	+164 040 +39 180	+163 080 +38 950	+162 200 +38 740	+161 440 +38 560	—	—	—
I ⁻	-52 750 -12 600	-52 170 -12 460	-49 820 -11 900	-45 380 -10 840	-38 140 -9 110	-31 150 -7 440	-22 190 -5 300	-13 400 -3 200
K ⁺	-274 490 -65 560	-285 410 -68 170	-290 190 -69 310	-294 790 -70 410	-299 570 -71 550	—	—	—
Li ⁺	-292 740 -69 920	-294 000 -70 220	-296 840 -70 900	-300 070 -71 670	-303 710 -72 540	-305 640 -73 000	-307 730 -73 500	-309 405 -73 900
Mg ²⁺	-455 570 -108 810	-455 060 -108 690	-454 140 -108 470	-453 450 -108 280	-453 050 -108 210	—	—	—
Mn ²⁺	-230 110 -54 960	-230 860 -55 140	-232 580 -55 550	-234 380 -55 980	-236 300 -56 440	—	—	—
MoO ₄ ²⁻	-838 620 -200 300	-824 800 -197 000	-794 655 -189 800	-760 740 -181 700	-723 900 -172 900	—	—	—
WO ₃	-111 500 -26 630	-103 000 -24 600	-85 830 -20 500	-67 000 -16 000	-49 820 -11 900	—	—	—
NH ₄ ⁺	-78 800 -18 820	-74 940 -17 900	-66 150 -15 800	-57 780 -13 800	-49 820 -11 900	—	—	—
Na ⁺	-262 390 -62 670	-264 270 -63 120	-268 120 -64 040	-271 720 -64 900	-275 830 -65 880	-279 050 -66 650	-280 980 -67 110	-281 520 -67 240
Ni ²⁺	-45 130 -10 780	-44 420 -10 610	-43 120 -10 300	-41 868 -10 000	-40 610 -9 700	—	—	—
OH ⁻	-157 400 -37 594	-151 230 -36 120	-137 830 -32 920	-123 090 -29 400	-106 260 -25 380	-89 510 -21 380	-70 420 -16 820	-50 030 -11 950
H ₂ O	-237 340 -56 687	-233 310 -55 726	-225 400 -53 834	-217 690 -51 994	-210 170 -50 198	-202 790 -48 436	-195 480 -46 690	-188 490 -45 020
H ₃ PO ₄	-1 143 415 -273 100	-1 131 270 -270 200	-1 107 410 -264 500	-1 084 800 -259 100	-1 063 450 -254 000	—	—	—
H ₂ PO ₄ ⁻	-1 131 150 -270 170	-1 117 040 -266 800	-1 087 730 -259 800	-1 057 170 -252 500	-1 025 770 -245 000	—	—	—
HPO ₄ ²⁻	-1 090 000 -260 340	1 072 660 -256 200	-1 034 980 -247 200	-994 440 -237 500	-950 820 -227 100	—	—	—
PO ₄ ³⁻	-1 019 490 -243 500	-997 300 -238 200	-948 310 -226 500	-895 560 -213 900	-838 200 -200 200	—	—	—
Pb ²⁺	-24 410 -5 830	-26 210 -6 260	-29 680 -7 090	-32 660 -7 800	-35 170 -8 400	—	—	—
H ₂ S	-27 880 -6 660	-27 260 -6 510	-26 420 -6 310	-25 830 -6 170	-25 665 -6 130	-25 870 -6 180	-26 420 -6 310	-27 675 -6 610
HS ⁻	+12 060 +2 880	+14 190 +3 390	+19 970 +4 770	+27 930 +6 670	+37 850 +9 040	+49 820 +11 900	+63 890 +15 260	+79 630 +19 020
S ²⁻	+85 830 +20 500	+90 180 +21 540	+101 990 +24 360	+118 190 +28 230	+138 540 +33 090	+163 080 +38 950	+191 920 +45 840	+224 620 +53 650
S ₂ ²⁻	+79 550 +19 000	+84 155 +20 100	+96 715 +23 100	+113 880 +27 200	+135 230 +32 300	—	—	—
HSO ₄ ⁻	-755 630 -180 480	-744 620 -177 850	-721 550 -172 340	-696 810 -166 430	-669 930 -160 010	-643 340 -153 660	-615 230 -147 040	-587 450 -140 310
SO ₄ ²⁻	-744 330 -177 780	-730 430 -174 460	-700 075 -167 210	-666 455 -159 180	-629 070 -150 250	-590 340 -141 000	-548 890 -131 100	-505 450 -120 700
H ₂ SO ₄	+22 190 +5 300	+22 610 +5 400	+22 610 +5 400	+22 190 +5 300	+20 930 +5 000	—	—	—

Продолжение табл. 30

Ион, молекула	Температура, °C							
	25	50	100	150	200	250	300	350
HSe ⁻	+43 960 +10 500	+46 470 +11 100	+52 750 +12 600	+61 130 +14 600	+70 760 +16 900	—	—	—
Se ²⁻	+129 370 +30 900	+135 230 +32 300	+149 890 +35 800	+167 890 +40 100	+189 660 +45 300	—	—	—
H ₂ SeO ₃	-426 510 -101 870	-419 940 -100 300	-406 960 -97 200	-395 230 -94 400	-384 350 -91 800	—	—	—
HSeO ₃ ⁻	-441 560 -98 300	-402 770 -96 200	-384 350 -91 800	-364 250 -87 000	-343 320 -82 000	—	—	—
SeO ₃ ²⁻	-364 040 -86 950	-351 270 -83 900	-324 060 -77 400	-293 495 -70 100	-260 000 -62 100	—	—	—
HSeO ₄ ⁻	-451 170 -107 760	-440 450 -105 200	-417 840 -99 800	-393 560 -94 000	-368 020 -87 900	—	—	—
SeO ₄ ²⁻	-441 710 -105 500	-427 890 -102 200	-397 750 -95 000	-364 250 -87 000	-327 410 -78 200	—	—	—
H ₄ SiO ₄	-1 310 760 -313 070	-1 298 075 -310 040	-1 272 910 -304 030	-1 248 250 -298 140	-1 223 970 -292 340	-1 124 660 -268 620	-1 176 280 -280 950	—
H ₃ SiO ₄	-1 254 780 -299 700	-1 140 130 -296 200	-1 209 360 -288 850	-1 176 870 -281 090	-1 142 160 -272 890	-1 106 150 -264 200	-1 068 050 -255 100	—
H ₂ SiO ₄ ²⁻	-1 187 800 -283 700	-1 170 040 -279 460	-1 130 980 -270 130	-1 088 070 -259 880	-1 041 260 -248 700	-990 600 -236 600	-935 750 -223 500	—
Sn ²⁺	-27 130 -6 480	-27 380 -6 540	-27 930 -6 670	-28 470 -6 800	-29 310 -7 000	—	—	—
Sr ²⁺	-571 830 -136 580	-572 210 -136 670	-576 150 -137 610	-579 080 -138 310	-581 259 -138 840	-582 590 -139 150	-583 100 -139 270	-582 510 -139 130
H ₂ Te	+89 600 +21 400	+90 430 +21 600	+91 690 +21 900	+92 530 +22 100	+92 450 +22 200	—	—	—
HTe ⁻	+104 670 +25 000	+108 020 +25 800	+115 140 +27 500	+124 350 +29 700	+135 230 +32 300	—	—	—
Te ²⁻	+174 170 +41 600	+180 870 +43 200	+196 360 +46 900	+215 620 +51 500	+238 230 +56 900	—	—	—
H ₂ TeO ₃	-474 780 -113 400	-468 080 -111 800	-455 520 -108 800	-443 380 -105 900	-432 500 -103 300	—	—	—
HTeO ₃ ⁻	-452 590 -108 100	-443 800 -106 000	-424 960 -101 500	-404 860 -96 700	-383 510 -91 600	—	—	—
TeO ₃ ²⁻	-391 470 -93 500	-379 320 -90 600	-352 530 -84 200	-321 965 -76 900	-288 890 -69 000	—	—	—
UO ₂ ²⁺	-962 040 -229 780	-956 730 -228 510	-945 670 -225 870	-934 240 -223 140	-922 730 -220 390	-910 630 -217 500	-898 700 -214 650	-886 510 -211 740
WO ₄ ²⁻	-931 980 -222 600	-919 840 -219 700	-892 210 -213 100	860 810 -205 600	-825 640 -197 200	—	—	—
V ²⁺	-217 250 -51 890	-216 420 -51 690	-215 200 -51 400	-214 450 -51 220	-214 155 -51 150	—	—	—
V ³⁺	-241 870 -57 770	-240 070 -57 340	-236 550 -56 500	-233 205 -55 700	-228 600 -54 600	—	—	—
VO ²⁺	-446 690 -106 690	-443 170 -105 850	-436 430 -104 240	-429 980 -102 700	-424 120 -101 300	—	—	—
VO ₂ ⁺	-587 580 -140 340	-582 380 -139 100	-572 340 -136 700	-563 125 -134 500	-554 750 -132 500	—	—	—
Zn ²⁺	-147 290 -35 180	-146 790 -35 060	-146 040 -34 880	-145 620 -34 780	-145 490 -34 750	—	—	—

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ОБЩИЕ РАБОТЫ И СПРАВОЧНИКИ

1. *Варгафтик Н. Б.* Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М., «Наука», 1972. 720 с.
2. *Волков В. П., Рузайкин Г. И.* Математическое моделирование газовых равновесий в вулканическом процессе. М., «Наука», 1974. 150 с.
3. *Вукалович М. П., Новиков И. И.* Техническая термодинамика. Изд. 4-е. М., «Энергия», 1968. 496 с.
4. *Гаррелс Р. М., Крайст Ч. Л.* Растворы, минералы, равновесия. М., «Мир», 1968. 367 с.
5. *Доливо-Добровольский В. В.* Термодинамический расчет реакций метаморфизма с участием воды и углекислоты. — В кн.: Регион. метаморфизм. докембр. формаций СССР. М. — Л., Изд-во АН СССР, 1965, с. 3—20.
6. *Жузе Т. П.* Сжатые газы как растворители. М., «Наука», 1974. 110 с.
7. *Карапетьяну М. Х.* Методы сравнительного расчета физико-химических свойств. М., «Наука», 1965. 403 с.
8. *Карапетьяну М. Х., Карапетьяну М. Л.* Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ. М., «Химия», 1968. 471 с.
9. *Карпов И. К., Кашин С. А., Пампура В. Д.* Константы веществ для термодинамических расчетов в геохимии и петрологии. М., «Наука», 1968. 143 с.
10. *Карпов И. К., Киселев А. И., Летников Ф. А.* Химическая термодинамика в петрологии и геохимии. Иркутск, 1971. 385 с.
11. *Киреев В. А.* Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. Изд. 2-е. М., «Химия», 1975. 520 с.
12. *Гобзаар П. Н.* Изучение взаимозависимостей состава, строения и свойств твердых неорганических веществ (методические рекомендации). Алма-Ата, ОНТИ КазИМС, 1974. 74 с.
13. *Краткий справочник физико-химических величин.* Изд. 7-е, испр. Под ред. К. П. Мищенко и А. А. Равделя. Л., «Химия», 1974. 200 с. Сост.: Н. М. Барон, Э. И. Квят, Е. А. Подгорная и др.
14. *Летников Ф. А.* Изобарные потенциалы образования минералов (химическое средство) и применение их в геохимии. М., «Недра», 1965. 116 с.
15. *Литвинович А. Н.* Физико-химические параметры элементов и их значение в геохимии. Алма-Ата, «Наука», 1972. 116 с.
16. *Дурье Ю. Ю.* Справочник по аналитической химии. Изд. 3-е. М., «Химия», 1967. 390 с.
17. *Маракушев А. А., Безмен Н. Н.* Термодинамика сульфидов и окислов в связи с проблемами рудообразования. М., «Наука», 1972. 229 с.
18. *Мельник Ю. П.* Термодинамические константы для анализа условий образования железных руд. Справочник. Киев, «Наукова думка», 1972. 193 с.
19. *Наумов Г. Б., Рыженко Б. Н., Хобаковский И. Л.* Справочник термодинамических величин (для геологов). М., «Атомиздат», 1971. 231 с.
20. *Николаев В. А., Доливо-Добровольский В. В.* Основы теории процессов магматизма и метаморфизма. М., «Госгеолтехиздат», 1961. 338 с.
21. *Рыженко Б. Н., Волков В. П.* Коэффициенты летучести индивидуальных газов в широком диапазоне температур и давлений. — «Геохимия», 1971, № 7, с. 760—773.
22. *Справочник физических констант горных пород.* Под ред. С. Кларка, мл. (пер. с англ.). М., «Мир», 1969. 543 с.
23. *Справочник химика* (гл. ред. Б. П. Никольский). Изд. 3-е, испр. М., «Химия», 1971, т. 1, 1071 с.; 1971, т. 2, 1168 с.; изд. 2-е, 1965, т. 3, 1065 с.
24. *Термические константы неорганических веществ.* М. — Л., Изд-во АН СССР, 1949. 1012 с. Авт.: Э. В. Брицке, А. Ф. Капустинский, Б. К. Веселовский и др.
25. *Термические константы веществ.* Справочник в 10 вып. Науч. ред. В. П. Глушко. М., «Наука», 1965, вып. 1, 145 с.; 1966, вып. 2, 95 с.; 1968, вып. 3, 221 с.; 1970, вып. 4, 509 с.; 1971, вып. 5, 530 с.; 1972, вып. 6, 369 с.; 1973, вып. 6₂, 882 с.; 1974, вып. 7₁, 343 с.; вып. 7₂, 428 с.

- Термодинамические свойства индивидуальных веществ.* Справочник. Отв. ред. В. П. Глушко. Изд. 2-е. М., Изд-во АН СССР, 1962, т. 1 — Вычисление термодинамических свойств, 1162 с.; т. 2 — Таблицы термодинамических свойств, 916 с. Авт.: Л. В. Гурвич, Г. А. Хачкурузов, В. А. Медведев и др.
- Термодинамические свойства неорганических веществ.* Справочник под общ. ред. А. П. Зефирова. М., «Атомиздат», 1965. 460 с. Авт.: У. Д. Берягин, В. П. Машнев, Н. Г. Рябцев и др.
- Уикс К. Е., Блок Ф. Е.* Термодинамические свойства 65 элементов, их окислов, галогенидов, карбидов и нитридов. М., «Металлургия», 1965. 240 с.
- Физико-химические свойства элементов.* Справочник. Под ред. Г. В. Самсонова. Киев, «Наукова думка», 1965. 807 с.
- Din F. (editor).* Thermodynamic functions of gases. London, Butterworths Sci. Publ., 1956 (vol. 1, 175 p.; vol. 2, 201 p.), 1961 (vol. 3, 218 p.).
- Joint Army-Navy-Air Forces (JANAF) thermochemical panel.* Thermochemical data. Compiled and calculated by the Dow Chemical Company, Thermal Laboratory, Midland, Mich., 1961 (2 v. in one).
- Mills K. C.* Thermodynamic data for inorganic sulphides, selenides and tellurides. Butterworths Sci. Publ., 1974. 845 p.
- Robie R. A.* Thermodynamic properties of minerals. U. S. Geol. Survey, 1962. 31 p.
- Robie R. A., Waldbaum D. R.* Thermodynamic properties of minerals and related substances at 298, 15° K (25,0° C) and one atmosphere (1013 bars) pressure and at higher temperatures. — U. S. Geol. Survey Bull., 1968, N 1259. 256 p.
- Selected values of physical and thermodynamic properties of hydrocarbons and related compounds.* Pittsburg, Pa; Carnegie press, 1953. 1050. p. Авт.: F. D. Rossini, K. S. Pitzer, R. L. Arnett e. a.
- Selected values of chemical thermodynamic properties.* U. S. Dep. of Commerce, National Bureau of Standards, Washington, U. S. Gov. Print., Off. Circular 500, 1961. 1268 p. Авт.: F. D. Rossini, D. D. Wagman, W. H. Evans e. a.
- Selected values of chemical thermodynamic properties. P. 1. Tables for the first twenty-three elements in the standard order of arrangement.* National Bureau of Standards (U. S.). Technical Note, 1966, N 270-1. 62 p. Авт.: D. D. Wagman e. a.
- Selected values of chemical thermodynamic properties. P. 2. Tables for the elements twenty-three through thirty-two in the standard order of arrangement.* National Bureau of Standards (U. S.). Technical Note, 1966, N 270-2. 130 p. Авт.: D. D. Wagman e. a.
- Selected values of chemical thermodynamic properties. Tables for the first thirty-four elements in the standard order of arrangement.* National Bureau of Standards (U. S.). Technical Note, 1968, N 270-3. 267 p. Авт.: D. D. Wagman, W. H. Evans, V. B. Parker e. a.
- Selected values of chemical thermodynamic properties. Tables for elements 35 through 53 in the standard order of arrangement.* National Bureau of Standards (U. S.). Technical Note, 1969, N 270-4. 152 p. Авт.: D. D. Wagman, W. H. Evans, V. B. Parker e. a.
- Selected values of chemical thermodynamic properties. Tables for elements 54 through 61 in the standard order of arrangement.* National Bureau of Standards (U. S.). Technical Note, 1971, N 270-5. 49 p. Авт.: D. D. Wagman, W. H. Evans, V. B. Parker e. a.
- Selected values of chemical thermodynamic properties. Tables for the alkaline earth elements (elements 92 through 97) in the standard order of arrangement.* National Bureau of Standards (U. S.). Technical Note, 1971, N 270-6. 119 p. Авт.: V. B. Parker, D. D. Wagman, W. H. Evans e. a.

СВОЙСТВА H₂O

- Вукалович М. П.* Теплофизические свойства воды и водяного пара. М., «Машиностроение», 1967. 160 с.
- Вукалович М. П., Риекин С. Л.* Теплофизические свойства воды и водяного пара. М., «Энергия», 1971. 142 с.
- Карпов И. К., Кашик С. А.* Значения $Z_p - Z_{p-1}$ для H₂O (г) в интервале 300—1000° С и области давлений 300—50 000 бар. — «Геология и геофизика», 1967, № 11, с. 119—121.

46. *Перчук Л. Л.* Термодинамический режим глубинного петрогенеза. М., «Наука» 1971. 316 с.
47. *Ривкин С. Л., Александров А. А.* Термодинамические свойства воды и водяного пара. М. — Л., «Энергия», 1975. 163 с.
48. *Anderson G. M.* The specific volume and fugacity of water. In: *Geochemistry of hydrothermal ore deposits* (ed. by H. Barnes). N. — Y., Holt, Rinehart and Winston Inc., 1967, p. 501—503.
49. *Burnham C. W., Holloway J. R., Davis N. F.* The specific volume of water in the range 1000 to 8900 bars, 20 to 900° C. — *Amer. Journ. Sci.*, 1969, vol. 267-A, p. 70—95.
50. *Burnham C. W., Holloway J. R., Nicholas F. D.* Thermodynamic properties of water to 1000° C and 10 000 bars. — *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper.* 1969, 132. 96 p.
51. *Fisher J. R., Zen E-an.* Thermochemical calculations from hydrothermal phase equilibrium data and free energy of H₂O. — *Amer. Journ. Sci.*, 1971, vol. 271, p. 297—314.
52. *Gordon A. R.* The calculation of the thermodynamic quantities from spectroscopic data for polyatomic molecules; the free energy, entropy and heat capacity of steam. — *Journ. Chem. Phys.*, 1934, vol. 2 (no p.).
53. *Helgeson H. C., Kirkham D. H.* Theoretical prediction of the thermodynamic behavior of aqueous electrolytes at high pressures and temperatures. 1. Summary of the thermodynamic electrostatic properties of the Solvent. — *Amer. Journ. Sci.*, 1974, vol. 274, N 10, p. 1089—1198.
54. *Holser W. T.* Fugacity of water at high temperatures and pressures. — *Journ. Phys. Chem.*, 1954, vol. 58, p. 316—317.
55. *Juza J.* An equation of state for water and steam tables in the critical region and in range from 1000 to 100 000 bars. *Rozprawy československè Acad. Věd., Rada technických Věd., Pracha*, 1966, Roč. 76, Ses. 1. 144 s.
56. *Pistorius C. W., Sharp W. E.* Properties of water. P. VI. Entropy and Gibbs free energy of water in the range 10—1000° C and 1—250 000 bars. — *Amer. Journ. Sci.*, 1960, vol. 258, N 10, p. 757—768.

СВОЙСТВА CO₂

57. *Алтунин В. В., Гадецкий О. Г.* Уравнение состояния и термодинамические свойства жидкой и газообразной двуокиси углерода. — «Теплоэнергетика», 1971, № 3, с. 81—83.
58. *Вуклович М. П., Алтунин В. В.* Теплофизические свойства двуокиси углерода. М., «Атомиздат», 1965. 455 с.
59. *Карпов И. К., Кашик С. А.* Новые значения $Z_p - Z_{p-1}$ для CO₂ (г) в интервале 20—1000° C и 10—600 бар. — «Геология руд. м-ний», 1968, № 1, с. 115—117.
60. *Карпов И. К., Киселев А. И., Халиуллина О. А.* Термодинамические свойства CO₂ (г) в области высоких температур и давлений. — «Геология руд. м-ний», 1971, т. 13, № 4, с. 78—87.
61. *Перчук Л. Л., Карпов И. К.* Термодинамические свойства углекислого газа при $100 \leq p \leq 10\ 000$ бар и $100 \leq t \leq 1000^\circ$ C. — «Очерки физ.-хим. петрологии». М., «Наука», 1975, вып. V, с. 221—234.
62. *Циклис Д. С., Линищ Л. Р., Циммерман С. С.* Измерение и расчет мольных объемов двуокиси углерода при высоких температурах и давлениях. — «Журн. физ. химии», 1969, т. 43 (Рукопись депонирована ВИНТИ, № 701—69).
63. *Циклис Д. С., Линищ Л. Р., Циммерман С. С.* Термодинамические свойства двуокиси углерода при высоких давлениях и температурах. — «Журн. физ. химии», 1970, т. XLIV, № 10, с. 2486—2489.
64. *Циклис Д. С., Линищ Л. Р., Циммерман С. С.* Мольные объемы и термодинамические свойства двуокиси углерода при высоких давлениях и температурах. — В кн.: *Химия и технология продуктов органического синтеза*. М., 1971, с. 133—142. (Тр. Науч.-исслед. и проект. ин-та азотной пром-сти и продуктов органич. синтеза, вып. XII).
65. *Шмонов В. М., Шмулович К. И.* Мольные объемы и уравнение состояния CO₂ в интервале 100—1000° C и 2000—10 000 бар. — «Докл. АН СССР», 1974, т. 217, № 4, с. 935—938.
66. *Шмулович К. И., Шмонов В. М.* Коэффициенты летучести (фугитивности) CO₂ от 1,032 до 10 000 бар и от 450 до 1300° K. — «Геохимия», 1975, № 4, с. 551—555.

67. *Juza J., Kmoniček V., Sifner O.* Measurements of the specific volume of carbon dioxide in the range of 700 to 4000 bars and 50 to 475° C. — *Physica*, 1965, deel 31, N 12, p. 1735—1744.
68. *Greenwood H. J.* The compressibility of gaseous mixtures of carbon dioxide and water between 0 and 500 bars and 450 and 800° C entrigrade. — *Amer. Journ. Sci.*, 1969, vol. 267-A, p. 191—208.
69. *Majumdar A. J., Roy R.* Fugacity and free energies of CO₂ at high pressures and temperatures. — *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1956, vol. 10, N 5/6, p. 311—315.
70. *Price D.* Thermodynamic functions of carbon dioxide. Enthalpy, entropy and isobaric heat capacity at 100 to 1000° C and 50 to 1400 bars. — *Industrial and engineering Chemistry*, 1955, vol. 47, N 8, p. 1649—1652.

СВОЙСТВА CH₄

71. *Циклис Д. С., Линици Л. Р., Циммерман С. С.* Мольные объемы и термодинамические свойства метана при высоких давлениях и температурах. — «Докл. АН СССР», 1971, т. 198, № 2, с. 384—386.
72. *Tester H. E.* Methane. — In: *Thermodynamic functions of gases* (edited by F. Din). Vol. 3. London, Butterworths, Sci. Publ., 1961, p. 1—71.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- CH_4
 Общая характеристика 19
 Потенциал Гиббса 132, 133
 Стандартное состояние 127
 Энтальпия 129
 Удельный объем 128
 Фугитивность 131
- CO_2
 Динамическая вязкость 126
 Общая характеристика 16
 Потенциал Гиббса 121
 Стандартное состояние 112
 Теплопроводность 125
 Энтальпия 116
- Авценнит 78
 Авогадрит 52
 Азурит 44
 Акантит 24
 Акерманит 36
 Алабадин 60
 Алаомзит 72
 Алмаз 30
 Алтант 72
 Адунит 50, 52
 Алуноген 26
 Альбит 62
 Альфельдит 68
 Амакинит 46
 Анальцим 64
 Анатаз 78
 Ангидрит 34
 Англезит 70
 Андалузит 26
 Андезин 30
 Аннабергит 68
 Анортит 30, 32
 Антимонит 74
 Антофиллит 58
 Анатит 38
 Арагонит 32
 Аргентит 24
 Арканит 54
 Арсенолит 28
 Арсеносприт 44
 Атакамит 44
 Аурипигмент 28
 Ауристобит 28
 Ашавалит 48
- Бадделит 82
 Байерит 24
- Удельный объем 115
 Фазовая диаграмма 13, 15
 Фугитивность 124
- H_2O
 Динамическая вязкость 110
 Критическое состояние 87
 Общая характеристика 8
 Потенциал Гиббса 98
 Растворимость в газах 111
 Свойства на линии насыщения 85, 86
 Стандартное состояние 84
 Теплопроводность 109
 Энтальпия 92
 Удельный объем 88
 Фугитивность 108
- Барисилит 72
 Барит 28
 Бассанит 34
 Бёмит 24
 Берлинит 26
 Берцеллаит 42
 Бианкит 82
 Биберит 40
 Бисмит 30
 Бисмоклит 30
 Битовнит 30
 Бишофит 54
 Бредигит 36
 Брейтгаунтит 66
 Бромаргирит 24
 Бромеллит 28
 Брусит 56
 Брушит 32
 Бунзенит 66
- Валентинит 74
 Ванадиевая охра 80
 Вантгоффит 64
 Варисцит 26
 Виллемит 82
 Виллиомит 64
 Висмут 30
 Висмутин 30
 Витерит 28
 Витлокит 36
 Волластонит 34
 Вульфенит 70
 Вюрцит 82
 Вюстит 44
- Галаксит 58
 Галенит 70

Галит 64
Галлуазит 26
Ганит 80
Гауерит 60
Гаусманит 60
Гейкилит 58
Гексагидрит 56
Геленит 36
Гематит 48
Гергейит 52
Герценбергит 76
Герцинит 44
Гессит 24
Гетерозит 46
Гётит 46
Гиббсит 26
Гидраргиллит 26
Гидрофилит 32
Гидроцеруссит 72
Гиератит 54
Гинсдалит 68
Гипс 34
Глазерит 64
Глет 70
Госларит 82
Графит 30
Гриноцит 38
Гюбнерит 62

Даттонит 80
Делафоссит 40
Джайшурит 40
Джалиндит 50
Диаграммы

потенциалов Гиббса H_2O 13, 17
энтальпий H_2O 13, 15, 17
удельных объемов H_2O 13, 15
фазовых равновесий CO_2 20
фазовых равновесий H_2O 13
энтальпий CO_2 20
потенциалов Гиббса CO_2 20

Диаспор 24
Диккит 26
Диоксид 32
Диоптаз 42
Доломит 32, 34

Единицы измерения физических величин
22

Жадеит 62
Железо 44

Зенгейт 48
Золото 28

Илезит 60
Ильменит 48
Иридий 50

Иодаргирит 24

Кадмоселит 38
Каннит 52
Калицинит 52
Каломель 50
Кальцит 32
Кальсплит 50
Кальциборит 32
Канеит 58
Каолин 26
Карелланит 80
Карналлит 52
Карнегиит 62
Кароббит 52
Касситерит 76
Каттьерит 40
Кварц 76
Кераргирит (хлораргирит) 24

Керстенит 72
Кианит 26
Кизерит 56
Киповарь 50
Клаудетит 28
Клаусталит 72
Клиноизостатит 58
Клокманнит 42
Ковеллин 42
Когенит 48
Кордьерит 58
Корунд 26
Котунит 70
Коссит 76
Кремнезем (стеклообразный) 76
Криолит 68
Кристобалит 76
Крокоит 70
Куллерудит 68
Куперит 74
Куприт 42
Курнацит 62
Куспидин 36

Лабрадор 30
Лавренсит 44
Лавсонит 32
Ланаркит 72
Лангбейнит 54
Лансфордит 56
Ларнит 36
Лаврионит 70
Лаурит 74
Леграндит 82
Лейцит 50
Леллингит 44
Леонгардит 36
Леонгардит 56
Леонит 54
Линнеит 40
Литиофосфат 54

Лопецит 54
Лоренсит (лавренсит) 44
Лушит 64

Магнезиоферрит 56
Магнезиохромит 56
Магнетит 56
Магнетит 46
Малахит 42
Малладрит 64
Маллардит 60
Манганит 60
Манганозит 60
Мансфильдит 24
Марказит 48
Маршит 40
Масканьит 66
Массикот 70
Матлокит 70
Медь 40
Меланогаллит 40
Мендит 70
Мервинит 36
Меркаллит 52
Метациннабарит 50
Микроклин 50
Миллерит 66
Мирабилит 64
Митчерлихит 54
Моддерит 38
Молибденит 62
Молибдит 62
Молибдоменит 72
Молизит 44
Монацит 38
Монетит 32
Монтепонит 38
Монтичеллит 32
Монтроидит 50
Моренозит 66
Муассанит 74
Муллит 26
Мусковит 50
Мышьак 26

Нантоцит 40
Науманнит 24
Нахколит 64
Нашатырь 66
Несквегонит 56
Нефелин 62
Никелин 66
Нитраимит 66
Нитробарит 28
Нитрокалит 52
Нитронатрит 64

Олигоклаз 32
Олово 76
Ольдгамит 34

Ортосиликаты искусственные

$\text{CaMn}(\text{SiO}_4)$ 34
 $\text{CO}_2(\text{SiO}_4)$ 40
 $\text{Ni}_2(\text{SiO}_4)$ 68
Осборнит 78
Осмий 68
Отавит 38

Палладий 72
Палладинит 74
Парагонит 64
Парамонтрозеит 80
Периклаз 56
Перовскит 36
Пирит 46
Пирролизит 60
Пироморфит 72
Пирохроит 60
Пирротин 44
Платина 74
Платтнерит 70
Повеллит 34
Портландит 34
Псевдобрукит 48
Псевдоволластонит 34

Размерности физических величин 21, 84,
87, 112, 127

Ранкинит 36
Реальгар 28
Резерфордит 78
Ретгерсит 66
Родонит 60
Родохрозит 60
Ртуть 48
Рузвельтит 28
Рутил 78

Санборнит 28
Санидин 50
Сассолин 30
Саффлорит 38
Свинец 68
Седеерхольмит 66
Селен 74
Селенолит 74
Селлаит 56
Сенармонтит 74
Сера 74
Серебро 24
Серпентин 58
Сидерит 44
Силлиманит 26
Сильвин 52
Сингениит 52
Скаккит 58
Скородит 44
Скупит 80
Смякит 60
Смитсонит 80

Сомольнокит 46
Сода 68
Сподумен 54
Стекловатые фазы
 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 32
 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ 34
 $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ 58
 KAlSi_3O_8 50
 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 62
 SiO_2 76
Стишовит 76
Стронцианит 78
Сурьма 74
Сфалерит 82
Сфен 36
Сфорокобальтит 38

Тальк 58
Тантал 78
Тарапаканит 54
Таурисцит 46
Теллур 78
Теллуриит 78
Теллурвисмутит 30
Тенардит 64
Тенорит 42
Термонатриит 68
Теофраит 62
Торианит 78
Трансваалит 40
Треворит 68
Тремолит 36
Тридимит 76
Троилит 46
Тунгстенит 80
Тунгстит 80

Удельные объемы
 CH_4 128
 CO_2 114
 H_2O 88
Ульвит 48
Умангит 42
Уранинит 78

Фаялит 48
Фенакит 30
Ферберит 46
Ферроселит 48
Ферручит 64
Ферсмит 34
Флогопит 52

Флюорит 32
Флюоцерит 38
Форстерит 58
Фосгенит 72
Франклинит 80
Фробергит 48

Халькантит 42
Халькозин 42
Халькоменит 42
Халькопирит 40
Халькоцианит 42
Хизлевудит 68
Хлоралюминит 24
Хлораргириит 24
Хлорокальцит 52
Хлоромagneзит 54
Хлоротил 42
Хризоберилл 28
Хромит 46

Целестин 78
Церианит 38
Церуссит 70
Цинк 80
Цинкит 80
Цинкозит 82
Циркон 82

Шеелит 36
Шенит 54
Шпинелиды искусственные
 CoCr_2O_4 38
 Mg_2TiO_4 58
 NiAl_2O_4 66
 NiCr_2O_4 66
 Zn_2TiO_4 82
Шпинель 56
Шрейберзит 48
Штиллеит 82
Штольцит 72
Штрэнгит 46

Эвкриптит 54
Эммонсит 46
Энстатит 58
Эпсомит 56
Эритрин 40
Эсколаит 44

Якобит 60

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие — 3

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ — 5

Единицы СИ в термохимических расчетах — 5

Термодинамические свойства минералов — 5

Принятые способы вычисления термодинамических потенциалов жидкостей и газов — 7

Физико-химические свойства воды — 8

Физико-химические свойства углекислого газа — 16

Физико-химические свойства метана — 19

Термодинамические свойства веществ в водных растворах — 21

II. ТАБЛИЦЫ И ДИАГРАММЫ СВОЙСТВ — 22

Единицы измерения величин и их точность — 22

Коэффициенты для вычисления энтальпии и потенциала Гиббса — 23

Таблицы:

1. Термодинамические свойства и мольные объемы минералов и некоторых других веществ — 24
2. Основные физико-химические константы H_2O -жидкости при стандартных условиях — 84
3. Основные физико-химические константы H_2O -газа в гипотетическом состоянии, отвечающем стандартным условиям — 84
4. Свойства H_2O на линии насыщения (по температурам) — 85
5. Свойства H_2O на линии насыщения (по давлениям) — 86
6. Константы H_2O при критическом состоянии — 87
7. Влияние концентрации $NaCl$ на параметры критического состояния H_2O — 87
8. Удельные объемы H_2O — 88
9. Мольные энтальпии H_2O — 92
10. Мольные изобарно-изотермические потенциалы (потенциалы Гиббса) H_2O — 100
11. Коэффициенты фугитивности H_2O — 108
12. Коэффициенты теплопроводности H_2O — 109
13. Коэффициенты динамической вязкости H_2O — 110
14. Растворимость H_2O в некоторых газах — 111
15. Основные физико-химические константы CO_2 при стандартных условиях — 112
16. Свойства CO_2 на линии насыщения — 113

17. Удельные объемы CO_2 — 114
18. Мольные энтальпии CO_2 — 116
19. Мольные изобарно-изотермические потенциалы (потенциалы Гиббса) CO_2 — 120
20. Коэффициенты фугитивности CO_2 — 124
21. Коэффициенты теплопроводности CO_2 — 125
22. Коэффициенты динамической вязкости CO_2 — 126
23. Основные физико-химические константы CH_4 при стандартных условиях и критические параметры — 127
24. Удельные объемы CH_4 — 128
25. Мольные энтальпии CH_4 — 129
26. Коэффициенты фугитивности CH_4 — 131
27. Мольные изобарно-изотермические потенциалы (потенциалы Гиббса) CH_4 — 132
28. Ориентировочные значения приращений потенциала Гиббса CH_4 по отношению к значениям ΔZ_T при 0,1 МПа — 133
29. Термодинамические свойства веществ в водных растворах — 134
30. Потенциалы веществ (потенциалы Гиббса) в водных растворах при высоких температурах — 152

Список литературы — 158

Предметный указатель — 162

ИБ № 2217

Андрей Глебович Булах,
Кирилл Глебович Булах

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
МИНЕРАЛОВ И КОМПОНЕНТОВ
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Редактор издательства З. Г. Сегаль
Переплет художника Г. А. Гудкова
Техн. ред. А. Б. Ящуржинская
Корректоры М. И. Витис, Л. И. Зайцева

Сдано в набор 27.06.77. Подписано в печать 22.05.78. М-18112.
Формат $70 \times 90^{1/16}$. Бумага тип. № 2. Гарнитура обыкновенная новая.
Печать высокая. Печ. л. $10^{1/2}$. Усл. л. 12,29. Уч.-изд. л. 14,92.
Тираж 4350 экз. Заказ 402/357. Цена 95 коп.

Издательство «Недра», Ленинградское отделение.
193171, Ленинград, ул. Фарфоровская, 12
Ленинградская типография № 6 Союзполиграфпрома Государственного
комитета Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли.
196006, Ленинград, Московский пр., 91.

2607

95 коп.

НЕДРА