

В.А. Рабинович, З.Я. Хазов

**Краткий химический
справочник**

**Издание 2-е, исправленное и
дополненное**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 030
ББК 92
В11

В.А. Рабинович
В11 Краткий химический справочник: Издание 2-е, исправленное и дополненное
/ В.А. Рабинович, З.Я. Хазов – М.: Книга по Требованию, 2012. – 392 с.

ISBN 978-5-458-28172-0

Для инженерно-технических и научных работников заводов и научно-исследовательских институтов, преподавателей ВУЗов, аспирантов и студентов и школьников старших классов

ISBN 978-5-458-28172-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Молярная электропроводность Λ разбавленных растворов солей и неорганических кислот при 25 °C	303
Молярная электропроводность Λ кислот и оснований при 18 °C	304
Ионная электропроводность λ в разбавленных растворах при 18 °C	305
Предельная ионная электропроводность λ_0 в растворах при бесконечном разбавлении и температуре 25 °C	305
Предельная ионная электропроводность λ_0 в растворах при бесконечном разбавлении и различных температурах	307
Числа переноса	307
Числа переноса катионов в водных растворах при 25 °C	307
Числа переноса анионов в водных растворах при 18 °C	308
Электроды сравнения	309
Стандартные электродные потенциалы в водных растворах	311
Коэффициенты активности электролитов в водных растворах при 25 °C	335
Аналитическая химия	340
Общая характеристика методов количественного анализа	341
Химические методы анализа	341
Гравиметрический анализ	341
Титриметрический анализ	342
Титрование в неводных средах	342
Кинетические методы	343
Спектроскопические методы анализа	343
Атомная спектроскопия	343
Молекулярная спектроскопия	344
Спектроскопия магнитного резонанса	345
Масс-спектрометрия	346
Электрохимические методы анализа	347
Потенциометрия и потенциометрическое титрование	347
Вольтамперометрические методы	347
Кулонометрические методы	348
Кондуктометрическое титрование	349
Радиометрические методы анализа	349
Активационный анализ	349
Применение радиоактивных индикаторов для анализа	350
Приготовление растворов	350
Расчетные формулы для приготовления растворов	350
Приготовление раствора заданной процентной концентрации	350
Приготовление раствора заданной нормальности	351
Разбавление растворов	351
Формулы для пересчета концентраций растворов	352
Техника приготовления растворов	353
Растворы неорганических кислот	353
Растворы неорганических оснований	354
Растворы солей и других неорганических реактивов	355
Растворы органических реактивов	358

Растворы, используемые в титриметрических методах анализа	360
Индикаторы	362
Кислотно-основные индикаторы	362
Индивидуальные кислотно-основные индикаторы	362
Смешанные индикаторы	363
Окислительно-восстановительные индикаторы	365
Комплексометрические индикаторы	367
Адсорбционные индикаторы	370
Флуоресцентные индикаторы	371
Органические реактивы, рекомендуемые для определения неорганических ионов	371
Краткие сведения по лабораторной технике	376
Измерение температуры, объема и давления	376
Реперные точки международной температурной шкалы	376
Приведение объема газа к нормальным условиям	377
Поправки для приведения к объему при 20 °С	378
Поправки к показаниям барометра	378
Охлаждающие смеси	379
Охлаждающие смеси из воды или снега и соли	379
Охлаждающие смеси из воды и двух солей	380
Охлаждающие смеси из льда или снега и двух солей	380
Охлаждающие смеси с твердым диоксидом углерода	381
Осушающие средства	381
Эффективность осушающих средств при сушке воздуха	381
Характеристика некоторых распространенных осушителей	382
Осушители для некоторых газов	383
Осушители для органических жидкостей	384
Насыщенные растворы для поддержания постоянной влажности	385
Клеи	386
Замазки	388
Указатель	390

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Настоящий справочник предназначен для широкого круга сотрудников исследовательских, производственных и учебных химических лабораторий, которым, по роду их деятельности, нужны сведения о свойствах важнейших веществ и химических систем, методах приготовления и анализа растворов и т. п. Он будет полезен также преподавателям школ, техникумов и вузов, которые найдут здесь не только данные о большом числе индивидуальных веществ, свойствах растворов и электрохимических систем, но и обширный материал для сравнительной характеристики элементов и их соединений, для составления задач и индивидуальных заданий. Наконец, справочник рассчитан и на учащихся средних специальных и студентов высших учебных заведений, нуждающихся в сжатом и удобном для пользования справочном пособии по химии.

В соответствии с назначением справочника он содержит сведения как прикладной, так и теоретической направленности. При этом значительное внимание уделено строению вещества; широко представлены также термодинамические характеристики индивидуальных веществ, а в ряде случаев и более сложных систем.

Существенным отличием настоящего справочника от аналогичных изданий является то, что материалы о свойствах неорганических, органических и высокомолекулярных соединений представлены не в табличной, а в более компактной энциклопедической форме. Это позволило заметно расширить набор приводимых сведений и дифференцировать их объем для различных веществ. В связи с этим следует иметь в виду, что в справочнике отсутствуют специальные таблицы, содержащие данные о термодинамических свойствах, вязкости, поверхностном натяжении, дипольных моментах, давлении пара и растворимости индивидуальных веществ: все эти сведения приводятся в разделах «Свойства простых веществ и неорганических соединений», «Свойства органических соединений» и «Свойства высокомолекулярных соединений и полимерных материалов». Исключение составляют выделенные в отдельные таблицы данные о давлении паров воды и ртути и взаимной растворимости жидкостей.

В целях более сжатого изложения материала в справочнике широко используются сокращения, особенно в упомянутых выше разделах, посвященных свойствам индивидуальных веществ. При первоначальном знакомстве с указанными разделами могут возникнуть некоторые затруднения; однако прочитав соответствующие вводные пояснения, легко привыкнуть к принятой форме справочного материала.

Небольшой объем справочника существенно ограничивает и количество включенной в него информации. Поэтому, как правило, в каждом разделе или в отдельных таблицах указана литература

(в основном справочная), содержащая более подробные сведения по данному вопросу.

Раздел «Аналитическая химия» составили канд. хим. наук П. Г. Антоновым; раздел «Свойства высокомолекулярных соединений и полимерных материалов» — канд. хим. наук В. И. Векслером. Участие в составлении некоторых разделов справочника приняли также канд. хим. наук М. М. Лившиц (свойства органических соединений, свойства органических растворителей), научн. сотр. Н. А. Абрамова (свойства растворов, химическое равновесие, электрохимия), инж. Л. В. Головина (общие сведения, лабораторная техника).

Все замечания по структуре, содержанию и оформлению справочника будут приняты с благодарностью.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

В настоящем издании существенно расширен раздел, посвященный характеристике высокомолекулярных соединений и полимерных материалов на их основе (канд. хим. наук В. И. Векслер). Значения относительных атомных масс (атомных весов) приведены в соответствии с данными Комиссии по атомным весам ИЮПАК на 1977 г.; кроме того, в конце книги помещена четырехзначная таблица относительных атомных масс, рекомендованная Комитетом по химическому образованию ИЮПАК. Значения фундаментальных физических констант и определения основных единиц Международной системы (СИ) взяты из официального издания «Фундаментальные физические константы», М., Изд-во стандартов, 1976.

В используемую в справочнике номенклатуру неорганических соединений внесены некоторые уточнения. Исправлены также обнаруженные опечатки; часть из них была указана читателями, за что авторы выражают им свою признательность.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ВАЖНЕЙШИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ

Содержащиеся в настоящей таблице значения фундаментальных физических констант рекомендованы в 1973 г. Генеральной ассамблеей Международного комитета по численным данным для науки и техники (КОДАТА), утверждены в 1976 г. Государственным комитетом стандартов Совета Министров СССР и приводятся в соответствии с официальным изданием «Фундаментальные физические константы», М., Изд-во стандартов, 1976. Значения N_A , R , F , V_0 и атомной единицы массы даны в углеродной шкале относительных атомных масс (атомных весов).

Более подробные сведения о фундаментальных физических константах содержатся в докладе рабочей группы КОДАТА по фундаментальным константам (август 1973 г.), опубликованном в журнале «Успехи физ. наук», 1975, т. 115, вып. 4, с. 623.

Скорость света в вакууме c	$(2,99792458 \pm 0,000000012) \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$
Постоянная Планка h	$(6,626176 \pm 0,000036) \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
$\hbar = \frac{h}{2\pi}$	$(1,0545887 \pm 0,0000057) \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Гравитационная постоянная G	$(6,6720 \pm 0,0041) \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$
Коэффициент перехода от массы к энергии	$(931,5016 \pm 0,0026) \text{ МэВ} \cdot (\text{а. е. м.})^{-1}$
Абсолютный нуль температуры	$-273,15^\circ \text{C}$
Элементарный заряд e	$(1,6021892 \pm 0,0000046) \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Атомная единица массы (а. е. м.)	$(1,6605655 \pm 0,0000086) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса покоя электрона m_e	$(9,109534 \pm 0,000047) \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
	$(5,4858026 \pm 0,0000021) \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
Масса покоя протона m_p	$(1,6726485 \pm 0,0000086) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
	$(1,007276470 \pm 0,00000011) \text{ а. е. м.}$
Масса покоя нейтрона m_n	$(1,6749543 \pm 0,0000086) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
	$(1,008665012 \pm 0,00000037) \text{ а. е. м.}$
Отношение массы протона к массе электрона m_p/m_e	$1836,15152 \pm 0,00070$
Отношение заряда электрона к его массе e/m_e	$(1,7588047 \pm 0,0000049) \cdot 10^{11} \text{ Кл} \cdot \text{кг}^{-1}$
Масса атома водорода	$(1,007825036 \pm 0,00000011) \text{ а. е. м.}$
Масса атома гелия ^4He	$(4,002603267 \pm 0,000000048) \text{ а. е. м.}$
Радиус первой бортовой орбиты a_0	$(5,2917706 \pm 0,0000044) \cdot 10^{-11} \text{ м}$
Магнетон Бора μ_B	$(9,274078 \pm 0,000036) \cdot 10^{-24} \text{ Дж} \cdot \text{Т}^{-1}$
Число Авогадро N_A	$(6,022045 \pm 0,000031) \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Постоянная Больцмана k	$(1,380662 \pm 0,000044) \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1}$
Постоянная Фарадея F	$(9,648456 \pm 0,000027) \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1}$
Универсальная газовая постоянная R	$(8,31441 \pm 0,00026) \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$
Объем одного моля идеального газа при нормальных условиях V_0	$(22,41383 \pm 0,00070) \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$
Нормальное ускорение свободного падения g_n	$9,80665 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$

* Температура 0°C , давление 101,325 кПа.

Тройная точка воды	273,16 K (0,01 °C)
Плотность воды максимальной (3,98 °C) *	999,973 кг · м ⁻³
Плотность сухого воздуха при нормальных условиях **	1,2929 кг · м ⁻³
Плотность ртути при нормальных условиях **	13595,04 кг · м ⁻³

* При нормальном давлении (101,325 кПа).

** Температура 0 °C, давление 101,325 кПа.

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

В соответствии с ГОСТ 9867—61 с 1 января 1963 г. в СССР применяется Международная система единиц (СИ) как предпочтительная. Наряду с СИ допускается применение других систем единиц и внесистемных единиц согласно следующим ГОСТам: ГОСТ 7464—61 «Механические единицы», ГОСТ 8033—56 «Электрические и магнитные единицы», ГОСТ 8550—61 «Тепловые единицы», ГОСТ 7932—56 «Световые единицы», ГОСТ 8849—58 «Акустические единицы», ГОСТ 8848—63 «Единицы радиоактивности и ионизирующих излучений».

С целью перехода от предпочтительного применения единиц СИ к их обязательному применению разработан проект ГОСТ «Единицы физических величин» взамен перечисленных выше стандартов на единицы для отдельных областей измерений. По этому проекту наряду с единицами СИ допускается: 1) использовать некоторые внесистемные единицы, производные от них и их сочетания с единицами СИ; 2) в специальных разделах физики и в астрономии применять единицы СГС; использовать единицы, представляющие собой десятичные кратные и дольные от единиц СИ и других единиц, допускаемых к применению.

Некоторые единицы физических величин, допускаемые к применению наряду с единицами СИ, указаны в разделе «Соотношения между единицами измерения физических величин» (стр. 16).

Более подробные сведения о единицах измерения физических величин содержатся в книгах: 1. Г. Д. Бурдун. Справочник по Международной системе единиц. М., Изд-во стандартов, 1971. — 2. Е. М. Аристов. Единицы физических величин. Л., «Судостроение», 1972. — 3. ГОСТ. Единицы физических величин (проект). Редакция 1972 г.

ВАЖНЕЙШИЕ ЕДИНИЦЫ

МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ (СИ)

Определения основных и дополнительных единиц СИ:
метр — длина, равная 1 650 763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86;

килограмм — масса, равная массе международного прототипа килограмма;

секунда — время, равное 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133;

ампер — сила неизменяющегося тока, который, проходя по двум прямым параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, создал бы между этими проводниками силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на каждый метр длины;
кельвин — $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды;

кандела — сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении с поверхности черного тела площадью $1/600\,000$ м², при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при давлении 101 325 Па;

моль — количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в нуклиде ¹²C с массой 0,012 кг; структурные элементы могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц;

радиан — угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу;

стерадиан — телесный угол с вершиной в центре сферы, вырезающий на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, по длине, равной радиусу сферы.

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			русское	международное

1. Основные единицы

Длина	L	метр	м	m
Масса	M	килограмм	кг	kg
Время	T	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура Кельвина	θ	кельвин	К	K
Сила света	J	кандела	кд	cd
Количество вещества	N	моль	моль	mol

2. Дополнительные единицы

Плоский угол	—	радиан	рад	rad
Телесный угол	—	стерадиан	ср	sr

3. Производные единицы пространства и времени

Площадь	L^2	квадратный метр	m^2	m^2
Объем, вместимость	L^3	кубический метр	m^3	m^3
Скорость	LT^{-1}	метр в секунду	м/с	m/s
Ускорение	LT^{-2}	метр на секунду в квадрате	м/с ²	m/s ²
Частота периодического процесса	T^{-1}	герц	Гц	Hz
Угловая скорость	T^{-1}	радиан в секунду	рад/с	rad/s
Угловое ускорение	T^{-2}	радиан на секунду в квадрате	рад/с ²	rad/s ²
Волновое число	L^{-1}	метр в минус первой степени	m^{-1}	m^{-1}

4. Производные единицы механических величин

Плотность	$L^{-3}M$	килограмм на кубический метр	кг/м ³	kg/m ³
Удельный объем	L^3M^{-1}	кубический метр на килограмм	м ³ /кг	m ³ /kg



Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			русское	международное
Момент инерции (динамический)	$L^2 M$	килограмм-метр в квадрате	кг · м ²	kg · m ²
Количество движения (импульс)	LMT^{-1}	килограмм-метр в секунду	кг · м/с	kg · m/s
Момент количества движения (момент импульса)	$L^2 MT^{-1}$	килограмм-метр в квадрате в секунду	кг · м ² /с	kg · m ² /s
Сила, вес	LMT^{-2}	ньютон *	Н	N
Удельный вес	$L^{-1} MT^{-2}$	ньютон на кубический метр	Н/м ³	N/m ³
Момент силы, момент пары сил	$L^2 MT^{-2}$	ньютон-метр	Н · м	N · m
Давление	$L^{-1} MT^{-2}$	паскаль **	Па	Pa
Поверхностное натяжение	MT^{-2}	ньютон на метр	Н/м	N/m
Работа, энергия	$L^2 MT^{-2}$	джоуль **	Дж	J
Мощность	$L^2 MT^{-3}$	ватт **	Вт	W
Динамическая вязкость	$L^{-1} MT^{-1}$	паскаль-секунда	Па · с	Pa · s
Кинематическая вязкость	$L^2 T^{-1}$	квадратный метр на секунду	м ² /с	m ² /s
Массовый расход	MT^{-1}	килограмм в секунду	кг/с	kg/s

5. Производные единицы электрических и магнитных величин

Плотность электрического тока	$L^{-2} I$	ампер на квадратный метр	А/м ²	A/m ²
Количество электричества, электрический заряд	TI	кулон **	Кл	C
Электрический момент диполи	LTI	кулон-метр	Кл · м	C · m

* Ньютон — сила, сообщаящая телу массой 1 кг ускорение 1 м/с² в направлении действия силы.

** Паскаль — давление, вызываемое силой 1 Н, равномерно распределенной на поверхности площадью 1 м².

*** Джоуль — работа силы 1 Н при перемещении ею тела на расстояние 1 м в направлении действия силы.

**** Ватт — мощность, при которой работа 1 Дж совершается за время 1 с.

***** Кулон — количество электричества, проходящее через поперечное сечение при силе тока 1 А за время 1 с.

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			русское	международное
Электрическое напряжение, электрический потенциал, электродвижущая сила	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	вольт *	В	V
Напряженность электрического поля	$LMT^{-3}I^{-1}$	вольт на метр	В/м	V/m
Электрическая емкость	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	фарада **	Ф	F
Абсолютная диэлектрическая проницаемость	$L^{-3}M^{-1}T^4I^2$	фарада на метр	Ф/м	F/m
Электрическое сопротивление	$L^2MT^{-3}I^{-2}$	ом **	Ом	Ω
Электрическая проводимость	$L^{-2}M^{-1}T^3I^2$	сименс **	См	S
Магнитный поток	$L^2MT^{-2}I^{-1}$	вебер **	Вб	Wb
Магнитная индукция	$MT^{-2}I^{-1}$	тесла **	Т	T
Напряженность магнитного поля	$L^{-1}I$	ампер на метр	А/м	A/m
Индуктивность	$L^2MT^{-2}I^{-2}$	генри **	Г	H
Магнитный момент электрического тока, магнитный момент диполя	L^2I	ампер-квадратный метр	А · м ²	A · m ²

* Вольт — электрическое напряжение, вызывающее в электрической цепи постоянный ток силой 1 А при мощности 1 Вт.

** Фарада — емкость конденсатора, между обкладками которого при разряде 1 Кл возникает напряжение 1 В.

3* Ом — сопротивление проводника, между концами которого при силе тока 1 А возникает напряжение 1 В.

4* Сименс — электрическая проводимость проводника сопротивлением 1 Ом.

5* Вебер — магнитный поток, при убывании которого до нуля в сцепленном с ним контуре сопротивлением 1 Ом проходит количество электричества 1 Кл.

6* Тесла — магнитная индукция, при которой магнитный поток сквозь поперечное сечение площадью 1 м² равен 1 Вб.

7* Генри — индуктивность контура, с которым при силе постоянного тока в нем 1 А сцепляется магнитный поток 1 Вб.

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			русское	международное

6. Производные единицы тепловых величин

Количество теплоты, термодинамический потенциал	L^2MT^{-2}	джоуль	Дж	J
Теплоемкость	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}$	джоуль на кельвин	Дж/К	J/K
Энтропия	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}$	джоуль на кельвин	Дж/К	J/K
Удельная теплоемкость	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг · К)	J/(kg · K)
Тепловой поток	L^2MT^{-3}	ватт	Вт	W
Коэффициент теплообмена, коэффициент теплопередачи	$MT^{-3}\theta^{-1}$	ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/(м ² · К)	W/(m ² · K)
Температурный градиент	$L^{-1}\theta$	кельвин на метр	К/м	K/m
Теплопроводность	$LMT^{-3}\theta^{-1}$	ватт на метр-кельвин	Вт/(м · К)	W/(m · K)

7. Производные единицы световых величин

Световой поток	I	люмен *	лм	lm
Световая энергия	TJ	люмен-секунда	лм · с	lm · s
Освещенность	$L^{-2}J$	люкс **	лк	lx
Яркость	$L^{-2}J$	кандела на квадратный метр	кд/м ²	cd/m ²
Поток излучения	L^2MT^{-3}	ватт	Вт	W
Энергетическая освещенность	MT^{-3}	ватт на квадратный метр	Вт/м ²	W/m ²

* Люмен — световой поток, испускаемый точечным источником в телесном угле 1 ср при силе света 1 кд.

** Люкс — освещенность поверхности площадью 1 м² при падающем на нее световом потоке 1 лм.