

# Хром

- Хром (Cr), химический элемент VI группы периодической системы Менделеева. Относится к переходным металлам с атомным номером 24 и атомной массой 51,996. В переводе с греческого, название металла означает «цвет». Такому названию металл обязан разнообразной цветовой гамме, которая присуща его различным соединениям.



# Нахождение в природе

---

- Хром является довольно распространённым элементом в земной коре (0,03 % по массе)
- Основные соединения хрома — хромистый железняк (хромит)  $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ . Вторым по значимости минералом является крокоит  $\text{PbCrO}_4$



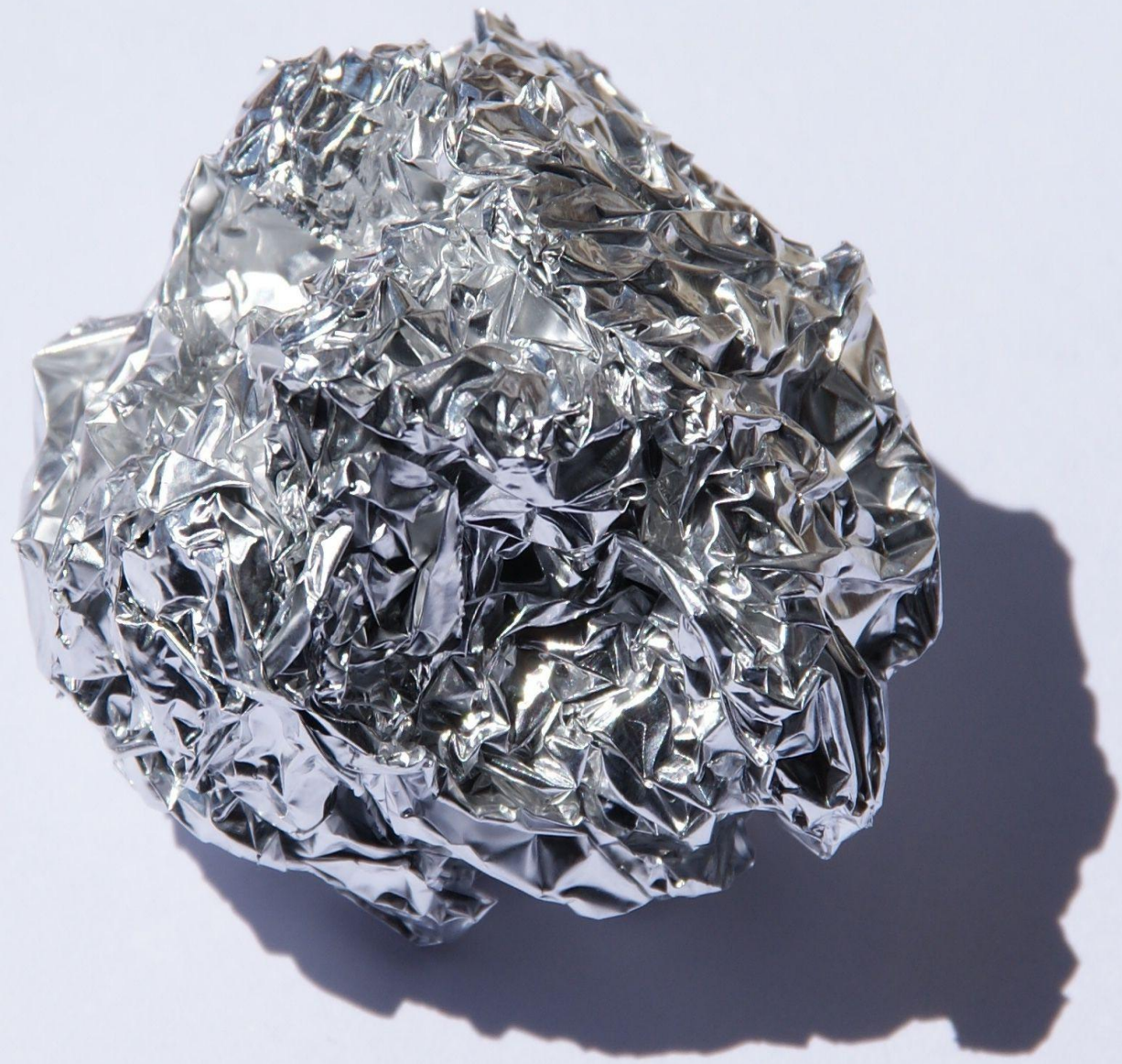
# Физические свойства Хрома

- Металл обладает достаточной твердостью и хрупкостью одновременно. По шкале Мооса твердость хрома оценивается в 5,5. Этот показатель означает, что хром имеет максимальную твердость из всех известных на сегодня металлов, после урана, иридия, вольфрама и бериллия. Для простого вещества хрома характерен голубовато-белый окрас.
- Хром является уникальным металлом благодаря своим магнитным свойствам. В условиях комнатной температуры ему присуще антиферромагнитное упорядочение, в то время, как другие металлы обладают им в условиях исключительно пониженных температур. Однако, если хром нагреть выше  $37^{\circ}\text{C}$ , физические свойства хрома изменяются. Так, существенно меняется электросопротивление и коэффициент линейного расширения, модуль упругости достигает минимального значения, а внутреннее трение значительно увеличивается. Такое явление связано с прохождением точки Нееля, при которой антиферромагнитные свойства материала способны изменяться на парамагнитные. Это означает, что первый уровень пройден, и вещество резко увеличилось в объеме.

- Строение хрома представляет собой объемно-центрированную решетку, благодаря которой металл характеризуется температурой хрупко-вязкого периода. Однако, в случае с данным металлом, огромное значение имеет степень чистоты, поэтому, величина находится в пределах  $-50^{\circ}\text{C}$  -  $+350^{\circ}\text{C}$ . Как показывает практика, раскристаллизованный металл не имеет никакой пластичности, но мягкий отжиг и формовка делают его ковким.
- Металл легко поддается плавке при температуре  $1907^{\circ}\text{C}$ . При температуре в  $2672^{\circ}\text{C}$  – закипает. Атомная масса металла составляет  $51,996$  г/моль.

Физические свойства хрома

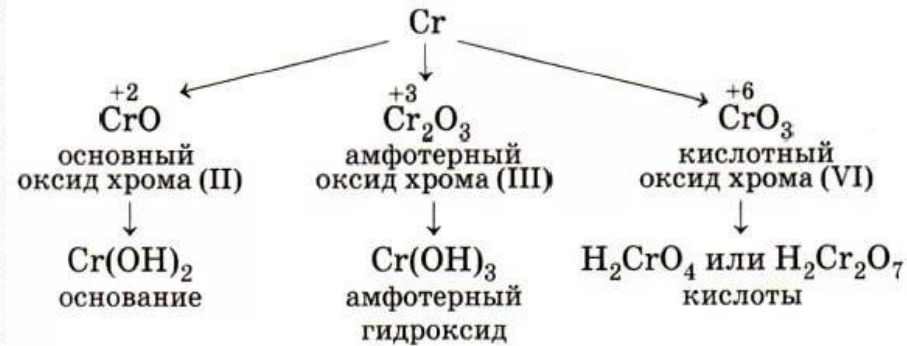
Атомный номер	24
Атомная масса	51,996
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	7190
Температура плавления, °C	1856
Теплоемкость, кДж/(кг·°C)	0,46
Электроотрицательность	1,6
Ковалентный радиус, Å	1,18
1-й ионизац. потенциал, эв	6,76



# Химические свойства Хрома

---

- Атом имеет следующую внешнюю конфигурацию:  $3d^54s^1$ . Как правило, в соединениях хром имеет следующие степени окисления: +2, +3, +6, среди которых наибольшую устойчивость проявляет  $Cr^{3+}$ . Кроме этого существуют и другие соединения, в которых хром проявляет совершенно иную степень окисления, а именно: +1, +4, +5.
- Металл не отличается особой химической активностью. Во время нахождения хрома в обычных условиях, металл проявляет устойчивость к влаге и кислороду. Однако, данная характеристика не относится к соединению хрома и фтора –  $CrF_3$ , которое при воздействии температур, превышающих  $600^{\circ}C$ , взаимодействует с парами воды, образуя в результате реакции  $Cr_2O_3$ , а также азотом, углеродом и серой.



- Во время нагревания металлического хрома, он взаимодействует с галогенами, серой, кремнием, бором, углеродом, а также некоторыми другими элементами, в результате чего получают следующие химические реакции хрома:
- $\text{Cr} + 2\text{F}_2 = \text{CrF}_4$  (с примесью CrF<sub>5</sub>)
- $2\text{Cr} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{CrCl}_3$
- $2\text{Cr} + 3\text{S} = \text{Cr}_2\text{S}_3$
- Хроматы можно получить, если нагреть хром с расплавленной содой на воздухе, нитратами или хлоратами щелочных металлов:
- $2\text{Cr} + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{CO}_2$

- Хром не обладает токсичностью, чего нельзя сказать о некоторых его соединениях. Как известно, пыль данного металла, при попадании в организм, может раздражать легкие, через кожу она не усваивается. Но, поскольку в чистом виде он не встречается, то его попадание в человеческий организм является невозможным.
- Трехвалентный хром попадает в окружающую среду во время добычи и переработки хромовой руды. В человеческий организм попадание хрома вероятно в виде пищевой добавки, используемой в программах по похудению. Хром с валентностью, равной +3, является активным участником синтеза глюкозы. Ученые установили, что излишнее употребление хрома особого вреда человеческому организму не наносит, поскольку не происходит его всасывание, однако, он способен накапливаться в организме.



Характерные степени окисления хрома

Степень окисления	Оксид	Гидроксид	Характер	Преобладающие формы в растворах	Примечания
+2	CrO (чёрный)	Cr(OH) <sub>2</sub> (желтый)	Основной	Cr <sup>2+</sup> (соли голубого цвета)	Очень сильный восстановитель
+3	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (зелёный)	Cr(OH) <sub>3</sub> (серо-зеленый)	Амфотерный	Cr <sup>3+</sup> (зеленые или лиловые соли) [Cr(OH) <sub>4</sub> ] <sup>-</sup> (зелёный)	
+4	CrO <sub>2</sub>	не существует	Несолеобразующий	-	Встречается редко, малохарактерна
+6	CrO <sub>3</sub> (красный)	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> CrO <sub>7</sub>	Кислотный	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (хроматы, желтые) Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> (дихроматы, оранжевые)	Переход зависит от pH среды. Сильнейший окислитель, гигроскопичен, очень ядовит.





- Соединения, в котором участвует шестивалентный металл, являются крайне токсичными. Вероятность их попадания в человеческий организм появляется во время производства хроматов, хромирования предметов, во время проведения некоторых сварочных работ. Попадание такого хрома в организм чревато серьезными последствиями, так как соединения, в которых присутствует шестивалентный элемент, представляют собой сильные окислители. Поэтому, могут вызвать кровотечение в желудке и кишечнике, иногда с прободением кишечника. При попадании таких соединений на кожу возникают сильные химические реакции в виде ожогов, воспалений, возникновения язв.
- В зависимости от качества хрома, которое необходимо получить на выходе, существует несколько способов производства металла: электролизом концентрированных водных растворов оксида хрома, электролизом сульфатов, а также восстановлением оксидом кремния. Однако, последний способ не очень популярен, так как при нем на выходе получается хром с огромным количеством примесей. Кроме того, он также является экономически невыгодным.



# Применение Хрома

- **Производство нержавеющей стали**
- Хром нашел широкий спектр применения благодаря своей твердости и устойчивости к коррозии. Он используется в основном в трех отраслях промышленности — металлургической, химической и огнеупорной. Он широко используется для производства нержавеющей стали, так как это предотвращает коррозию. Сегодня это очень важный легирующий материал для сталей. Он также используется для изготовления нихрена, что используется в нагревательных элементах сопротивления из-за его способности выдерживать высокие температуры.
- **Покрытие поверхностей**
- Кислый хромат или дихромат используется также для покрытия поверхностей. Обычно это делается с помощью метода гальваники, в котором тонкий слой хрома наносится на металлическую поверхность. Другой способ - это хромирование деталей, через который хроматы используются для нанесения защитного слоя на определенные металлы, такие как алюминий (Al), кадмий (Cd), цинк (Zn), серебро, а также магний (Mg).

- **Красители и пигменты**

- Хром также используется для изготовления пигментов или красителей. Желтый хром и хромат свинца, широко использовались в качестве пигмента в прошлом. Из-за экологических проблем, его использование существенно снизилось, а затем, наконец, его заменили свинец и хромовые пигменты. Другие пигменты на основе хрома, красного хрома, оксида зеленого хрома, которые являются смесью желтой и Берлинской лазури. Окись хрома используется для придания зеленоватого цвета стекла.

- **Сохранение древесины и дубление кож**

- Соли хрома (VI) являются токсичными, поэтому они используются для сохранения древесины от повреждения и разрушения грибком, насекомыми и термитами. Хром (III), особенно хромовые квасцы или сульфат калия используется в кожевенной промышленности, так как он помогает стабилизировать кожу.

### **Синтез искусственных рубинов**

Изумруды обязаны своим зеленым оттенком хромю. Окись хрома применяется также для производства синтетических рубинов. Естественные рубины корунды или кристаллы оксида алюминия, которые обретают красный оттенок из-за присутствия хрома. Синтетические или искусственные рубины сделаны легированием хрома (III) на синтетических кристаллах корунда.



- **Биологические функции**

- Хрома (III) или трехвалентный хром, необходим в организме человека, но в очень небольших количествах. Это, как полагают, играет важную роль в липиде и метаболизме сахара. В настоящее время он используется во многих диетических добавках, которые как утверждают, имеют несколько преимуществ для здоровья, однако, это является спорным вопросом. Биологическая роль хрома не была должным образом проверена, и многие эксперты считают, что это не важно для млекопитающих, в то время как другие рассматривают его как важнейший микроэлемент для человека.

- **Другое использование**

- Высокая температура плавления и теплостойкость сделать хром идеальным огнеупорным материалом. Он нашел себе применение в доменных печах, цементных печах, и металлических. Многие соединения хрома применяются в качестве катализаторов для переработки углеводородов. Хром (IV) используется, чтобы произвести магнитные ленты, используемые в аудио и видеокассетах.