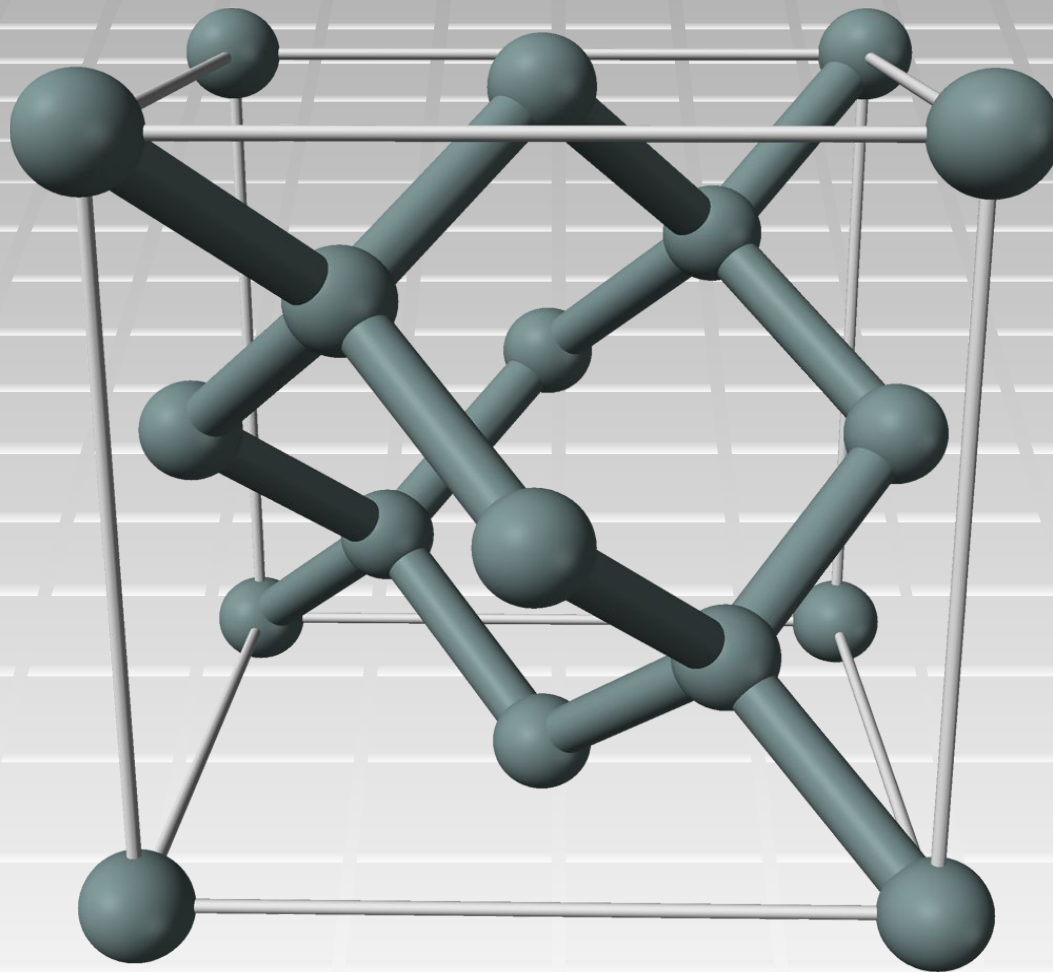


# Кремний



# Физические свойства кремния

- Кристаллический кремний – вещество темно-серого цвета;
- обладает стальным блеском;
- полупроводник (его электропроводность возрастает при освещении и нагревании);
- кремний очень хрупок, его плотность  $2,33 \text{ г/см}^3$ ;
- температура плавления  $1420 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- температура кипения  $3300 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- в воде не растворим.

# Важнейшие соединения кремния

# Моносилан SiH<sub>4</sub>.

- Родоначальник гомологического ряда кремневодородов Si<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>. Представляет собой очень ядовитый бесцветный газ с запахом, напоминающим AsH<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>S.
- $t_{пл} = -185^{\circ}C$
- $t_{кип} = -112^{\circ}C$
- На воздухе самовоспламеняется, так как температура его воспламенения ниже комнатной. При нагревании разлагается. Не растворяется в холодной воде. Весьма реакционноспособен. Сильный восстановитель. Получают при действии разбавленной соляной кислоты на силицид магния.

## Оксид кремния (IV) (кремнезем) $\text{SiO}_2$ .

- Встречается главным образом в виде минерала кварца. Загрязненный примесями кварц - обычный песок - является одним из основных продуктов разрушения горных пород. Бесцветное, очень тугоплавкое твердое вещество. В воде практически нерастворимо. Не действуют на кремнезем и кислоты, за исключением  $\text{HF}$ . Щелочи постепенно переводят в раствор, образуя соответствующие соли кремневой кислоты. Получают взаимодействием кремния и кислорода. Применяют как строительный материал.

## Кремниевая кислота $\text{H}_2\text{SiO}_3$ .

- Почти нерастворима в воде (в форме истинного раствора). Легко образует коллоидные растворы и поэтому осаждается только частично. Осадок имеет вид бесцветного студня, причем состав его отвечает не просто формуле  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  или  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ , а более общей  $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  со значениями  $n$  и  $m$ , изменяющимися в зависимости от осаждения. Кремниевая кислота очень слаба.

# Стекло $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$ или $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .

- Довольно близко к этому составу подходит обычное оконное стекло. Практически нерастворимо, однако вода частично разлагается с его поверхности, вымывая преимущественно натрий. Получают из соды, известняка и песка.

# Карбид кремния (карборунд) SiC.

- **Твердое, тугоплавкое вещество. Его кристаллическая решетка аналогична решетке алмаза. Является полупроводником. Интенсивно реагирует с расплавленными щелочами (в присутствии кислорода), выше 600 °C взаимодействует с хлором. Получают в больших количествах в электрических печах при 2300°C при взаимодействии избытка углерода с оксидом кремния.**



# Нахождение кремния в природе



- **Кремний – один из самых распространенных в земной коре элементов (более 25% массы). Если углерод – основной элемент органической жизни, то кремний играет подобную роль в неживой природе. Главная часть земной коры состоит из силикатных пород, представляющих собой соединения кремния с кислородом и рядом других элементов.**

- **Природные силикаты – это довольно сложные вещества. Их состав обычно изображается как соединение нескольких оксидов. Соединения, в состав которых входит оксид алюминия, называются алюмосиликатами. Таковы: белая глина  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , полевошпат  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ , слюда  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .**

- Многие природные силикаты в чистом виде являются драгоценными камнями, например, аквамарин, изумруд, топаз и др.
- Значительная часть природного кремния представлена оксидом кремния (IV)  $\text{SiO}_2$ . Свободного  $\text{SiO}_2$  в земной коре около 12%. В виде горный пород – 43%. В общей сложности более 50% земной коры состоит из оксида кремния (IV)



- **Очень чистый кристаллический  $\text{SiO}_2$  известен в виде минералов горного хрусталя и кварца. Кварц распространен в виде песка и очень твердого минерала кремня (гидратированного оксида кремния (IV), или кремнезема).**
- **Оксид кремния (IV), окрашенный различными примесями, образует драгоценные и полудрагоценные камни – агат, аметист, яшма. В свободном виде кремний в природе не встречается.**



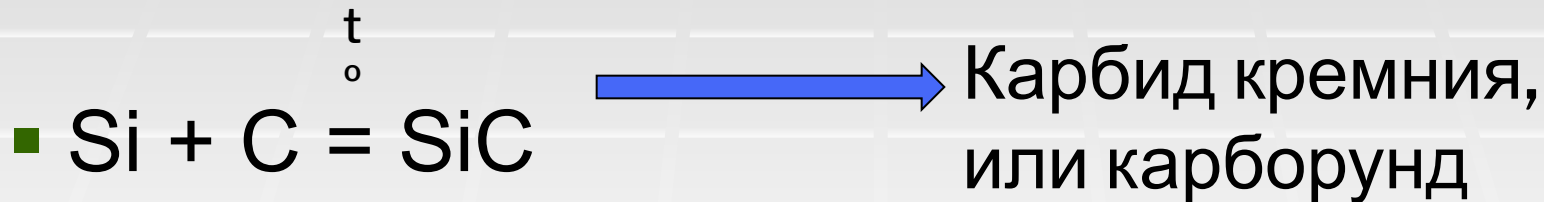
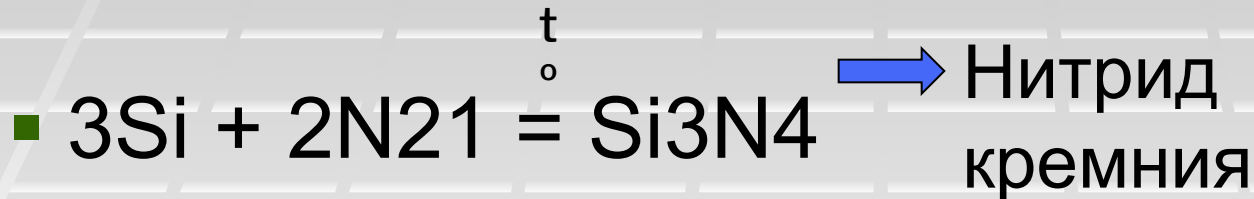
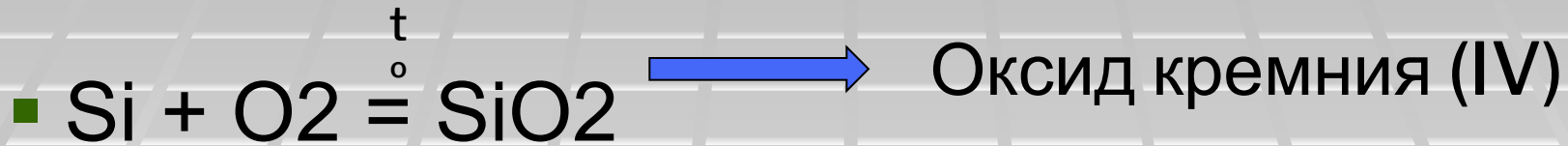
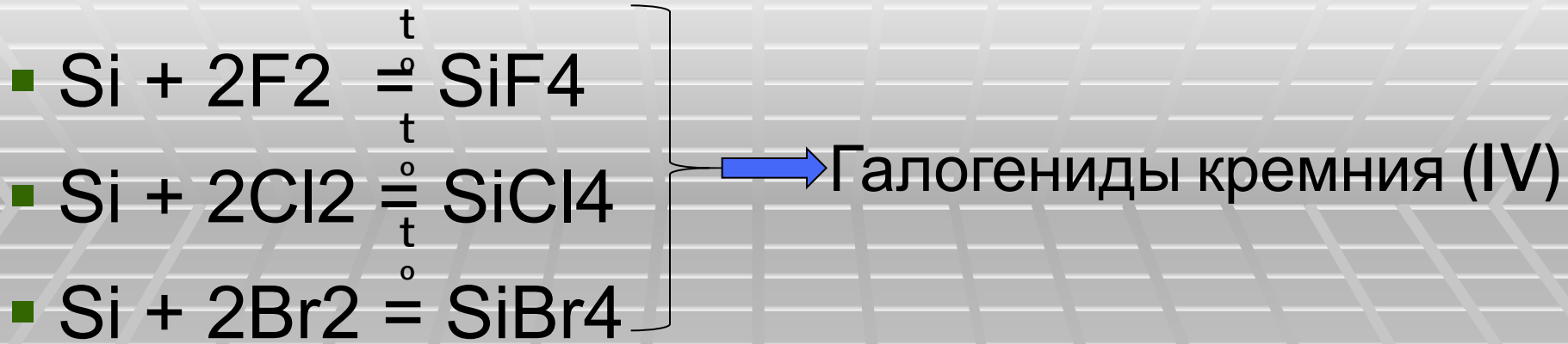
# Химические свойства кремния

- По химическим свойствам кремний, как и углерод, является неметаллом, но его неметалличность выражена слабее, так как он имеет большой атомный радиус. Поскольку у атомов кремния на внешнем уровне находится 4 электрона, то для кремния характерна степень окисления как -4, так и +4 (известно соединение кремния, где его степень окисления равна +2)

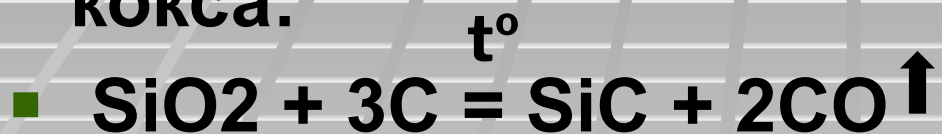


- Кремний при обычных условиях довольно инертен, что следует объяснить прочностью его кристаллической решетки. Непосредственно при комнатной температуре он взаимодействует только с фтором. При температуре 400-600°C кремний реагирует с хлором и бромом, а в кислороде измельченный кремний сгорает. С азотом и углеродом кремний реагирует при очень высоких температурах. Во всех указанных реакциях кремний играет роль восстановителя.





- В технике карборунд получают в электрических печах из смеси песка и кокса:

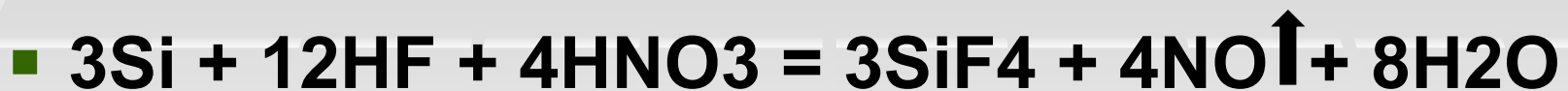


- Карборунд имеет алмазоподобную кристаллическую решетку, в которой каждый атом кремния окружен четырьмя атомами углерода, и наоборот.

Ковалентные связи между атомами очень прочны. Поэтому по твердости карборунд близок к алмазу. В технике карборунд применяют для изготовления точильных камней и шлифовальных кругов.

- Кремний как восстановитель взаимодействует и с некоторыми сложными веществами, например с фтороводородом:
- $\text{Si} + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2 \uparrow$
- С другими галогеноводородами он в реакцию не вступает.

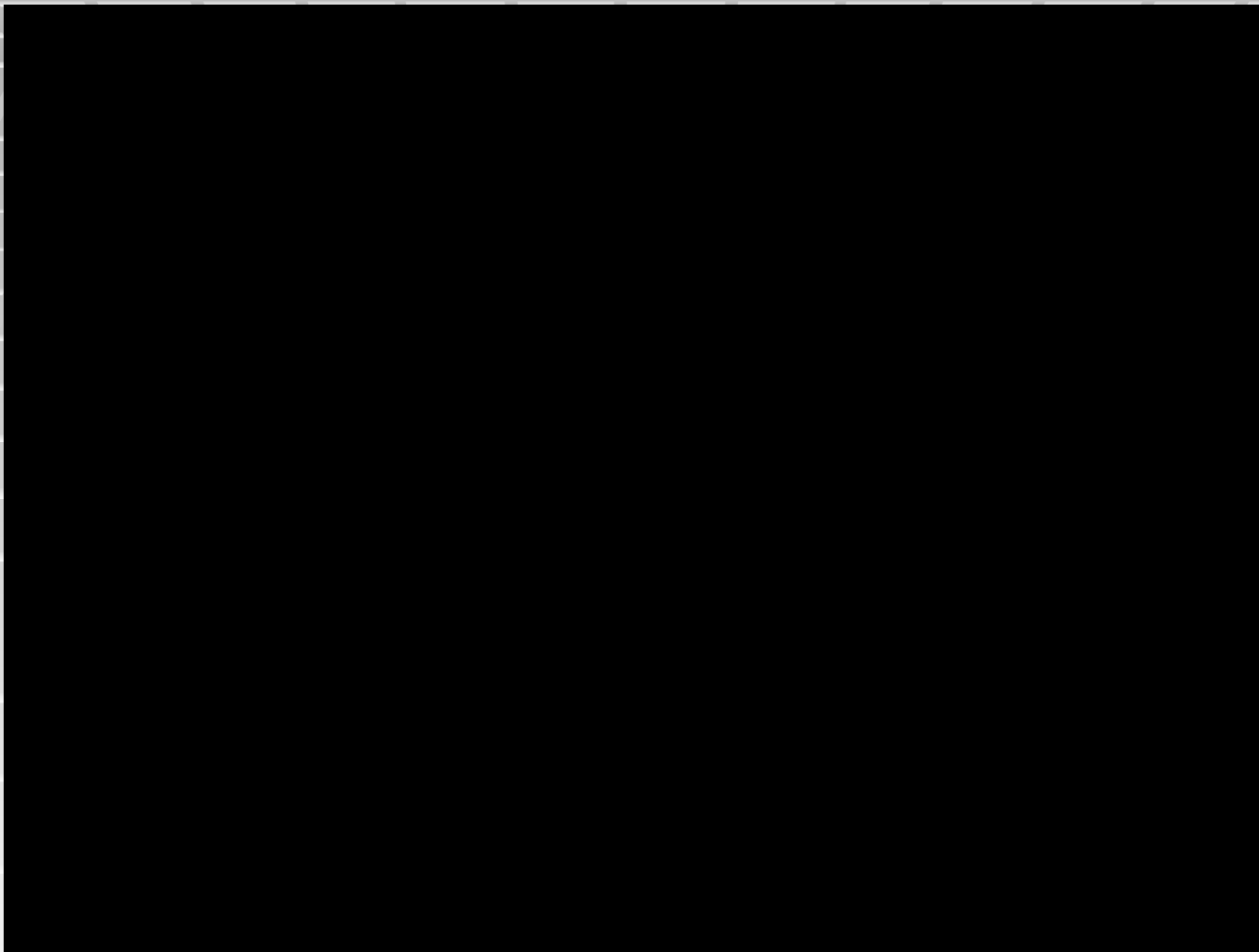
- Кремний не растворяется даже в азотной кислоте, так как на его поверхности образуется плотная оксидная пленка (SiO<sub>2</sub>), которая препятствует реакции. Однако со смесью HNO<sub>3</sub> и HF кремний реагирует потому, что фтороводородная кислота растворяет SiO<sub>2</sub>:



- Водные растворы щелочей растворяют кремний с образованием растворимых солей кремниевой кислоты – силикатов, при этом происходит выделение водорода:



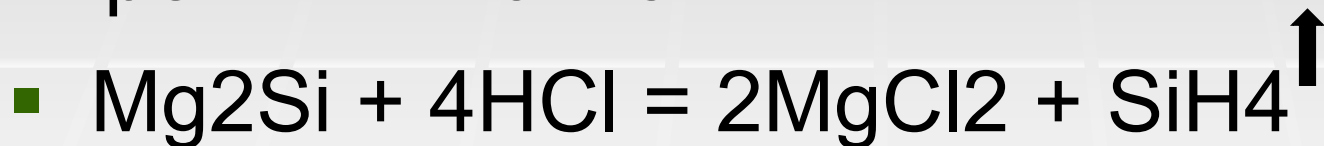
# Виртуальный эксперимент



- При взаимодействии с металлами кремний играет роль окислителя. Соединения кремния с металлами называют силицидами :



- При обработке силицида магния соляной кислотой или водой образуется простейшее водородное соединение кремния – силан:



# Получение кремния



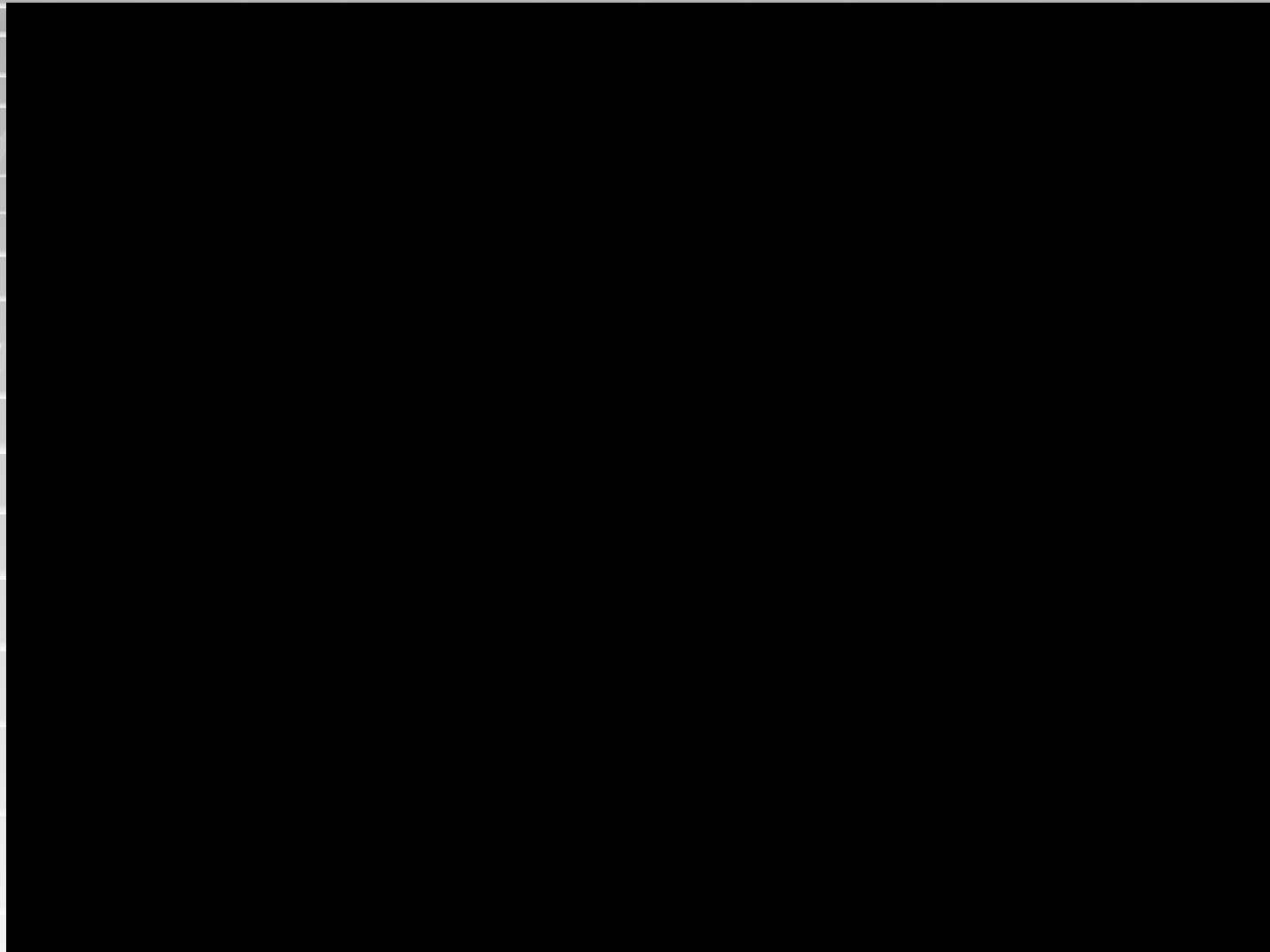
- В промышленности кремний технической чистоты получают, восстанавливая расплав  $\text{SiO}_2$  коксом при температуре около  $1800\text{ }^\circ\text{C}$  в руднотермических печах шахтного типа. Чистота полученного таким образом кремния может достигать  $99,9\%$  (основные примеси — углерод, металлы). Возможна дальнейшая очистка кремния от примесей.

- **1.** Очистка в лабораторных условиях может быть проведена путём предварительного получения силицида магния  $Mg_2Si$ . Далее из силицида магния с помощью соляной или уксусной кислот получают газообразный моносилан  $SiH_4$ . Моносилан очищают ректификацией, сорбционными и другими методами, а затем разлагают на кремний и водород при температуре около  $1000\text{ }^{\circ}C$ .

- **2. Очистка кремния в промышленных масштабах осуществляется путём непосредственного хлорирования кремния. При этом образуются соединения состава  $\text{SiCl}_4$  и  $\text{SiCl}_3\text{H}$ . Эти хлориды различными способами очищают от примесей (как правило перегонкой и диспропорционированием) и на заключительном этапе восстанавливают чистым водородом при температурах от 900 до 1100 °С.**

- **3.** Разрабатываются более дешёвые, чистые и эффективные промышленные технологии очистки кремния. На 2010 г. к таковым можно отнести технологии очистки кремния с использованием фтора (вместо хлора); технологии предусматривающие дистилляцию монооксида кремния; технологии, основанные на вытравливании примесей, концентрирующихся на межкристаллитных границах.

# Получение кремния термитным способом



# Применение кремния

- Кремний используют в качестве полупроводника. Из него изготавливают так называемые солнечные батареи, превращающие световую энергию в электрическую (питание радиоустановок космических кораблей). Кремний используют в металлургии для получения кремнистых сталей, обладающих высокой жаростойкостью и кислотоупорностью. Монокристаллический кремний помимо электроники и солнечной энергетики используется для изготовления зеркал газовых лазеров.

- **Соединения кремния служат основой для производства стекла и цемента. Также существует силикатная керамика — кирпич, фарфор, фаянс и изделия из них. Широко известен силикатный клей, применяемый в строительстве как сиккатив, а в пиротехнике и в быту для склеивания бумаги. Получили широкое распространение силиконовые масла и силиконы — материалы на основе кремнийорганических соединений.**



# Спасибо за внимание!

Презентацию подготовила  
ученица 9 «Б» класса  
гимназии №1  
Назарчук Анастасия

Преподаватель: Петрущенко Наталья  
Алексеевна