

Силіції

Силіцій – за своїм поширенням (27,6%) у земній корі поступається тільки оксигену (52,3%). У вільному стані не зустрічається, а лише у вигляді  $\text{SiO}_2$  та силікатів.



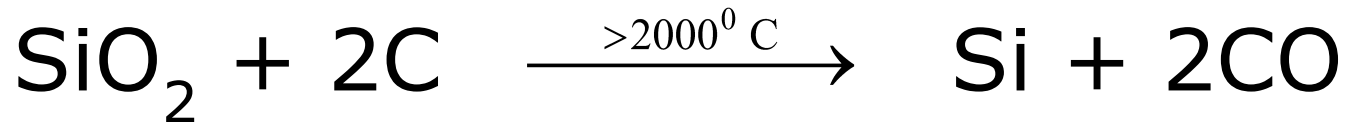
Пісок, кварц, гірський кришталь, кремій, цитрин, аметист, агат, яшма.

Більше ніж 90% земної кори складається із силікатів та алюмосилікатів – каоліну, різних глин і гірських порід.

Граніт (суміш кварцу, польового шпату та слюди)

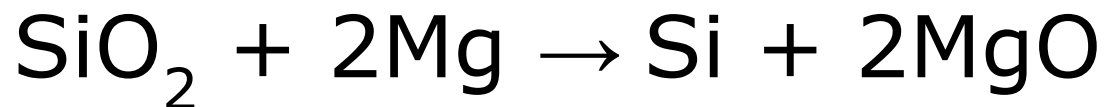
# ДОБУВАННЯ

В промисловості:

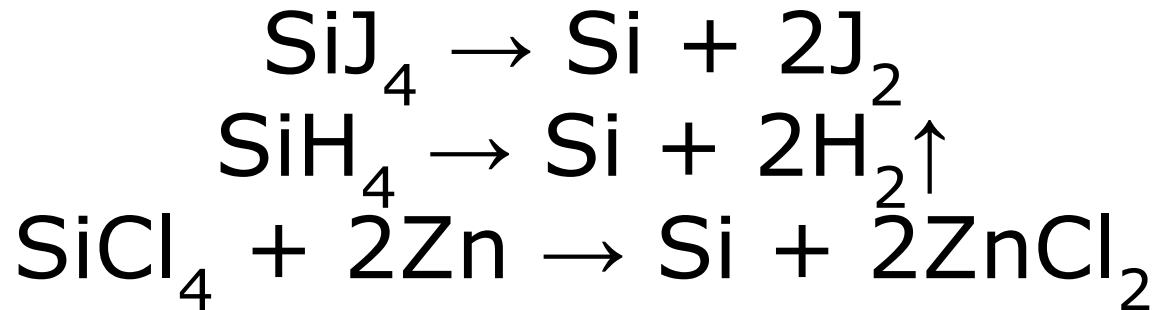


реакція проходить за рахунок збільшення ентропії

В лабораторії:



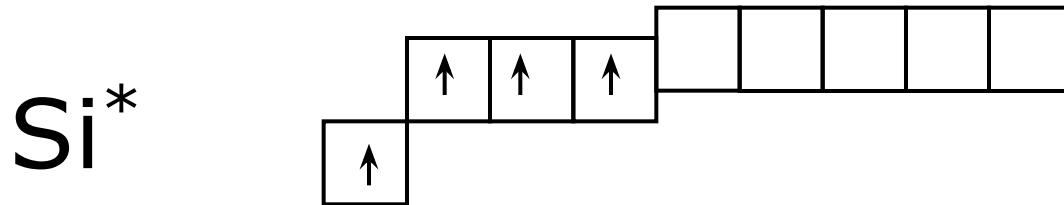
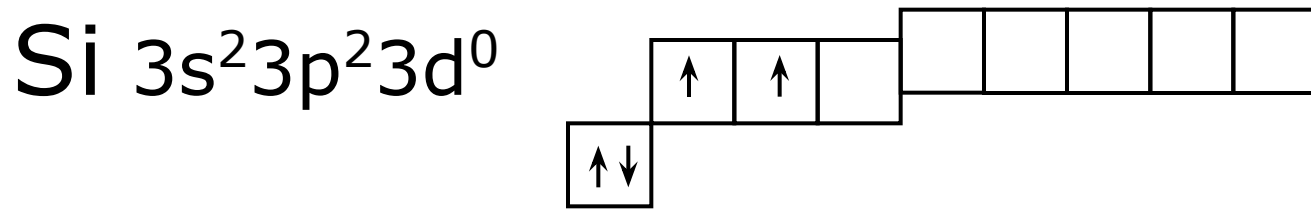
Для отримання чистого Si



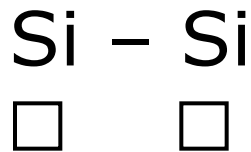
Може бути в аморфному (бурий порошок) або кристалічному стані

Si – “алмазоподібна” модифікація темно-сіра, майже чорна тверда сполука, з металічним блиском

$$\begin{aligned} t_{\text{пл.}} &= 1415 \text{ } ^\circ\text{C} \\ t_{\text{кип.}} &= 3250 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$



Для Si не характерні  $sp$ - та  $sp^2$ -гібридні стани,  
а реалізується  $sp^3$ -гібридний стан.



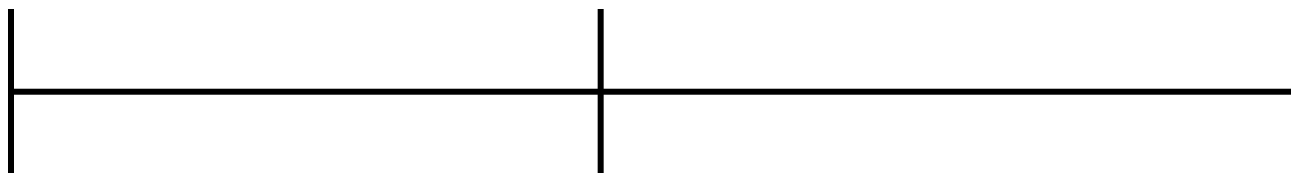
$$EN(\text{Si}) = 1,8$$

За рахунок d-орбіталі валентність може збільшуватись ( $4 \sigma sp^3 + \pi$ -зв'язок (d))

-4

0

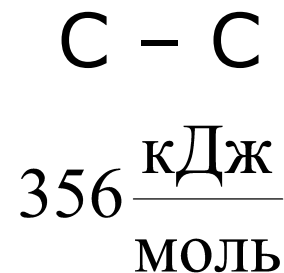
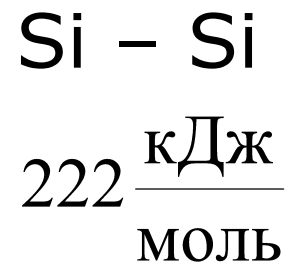
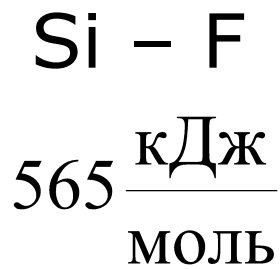
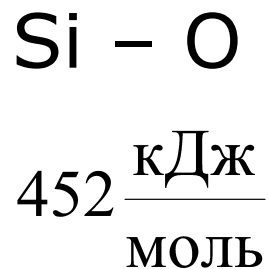
+4



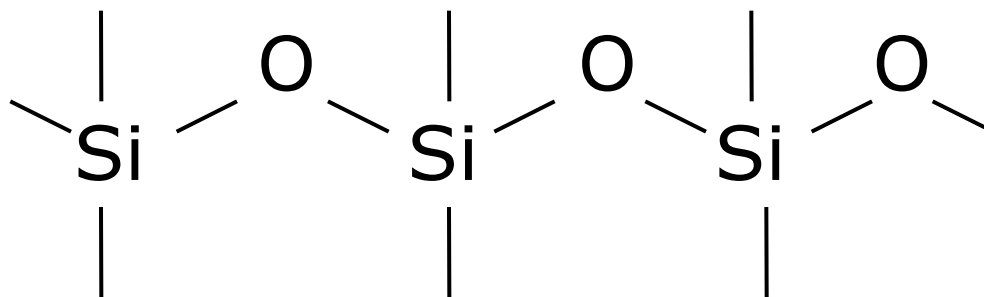
силіциди  
металів

Si

SiO<sub>2</sub>, SiГ<sub>4</sub>  
кремнієві кислоти,  
силікати



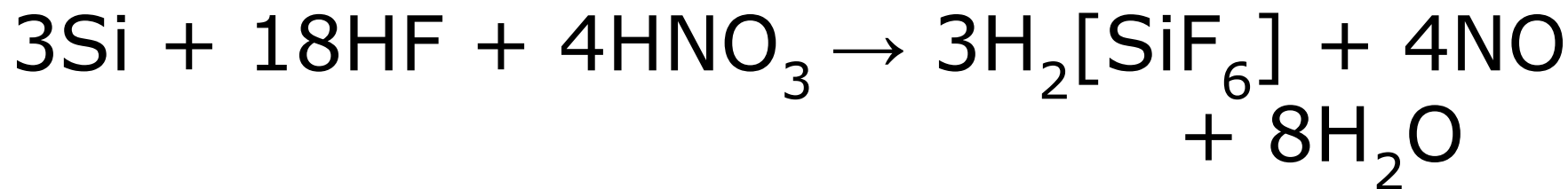
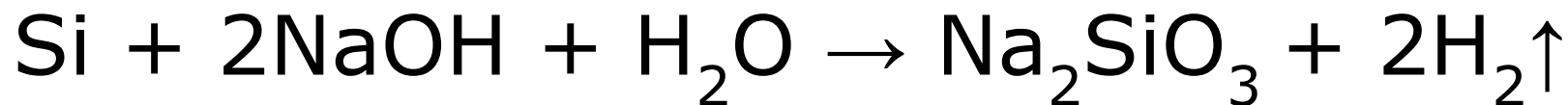
Si не утворює гомоланцюги (-Si - Si-),  
але полімерні ланцюги



ВІЯВЛЯЮТЬСЯ СТІЙКИМИ

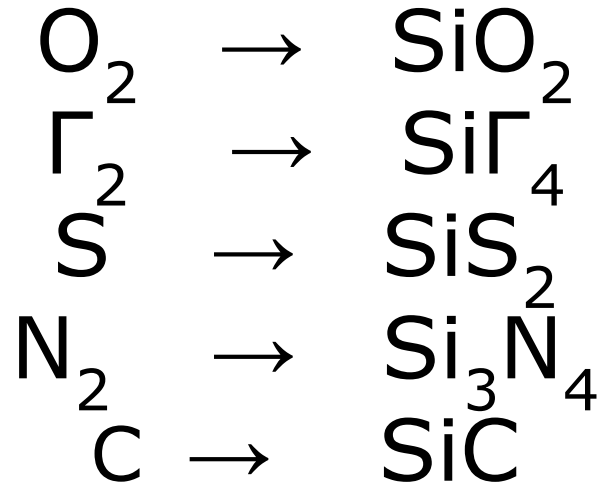
## Si хімічно інертний

За кімнатної температури взаємодіє лише з  $F_2$ , NaOH, сумішшю кислот





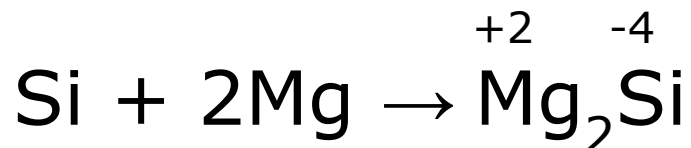
За підвищеної температури реагує з:



З металами (крім Zn, Al, Sn, Pb, Ag, Au)  
утворює силіциди

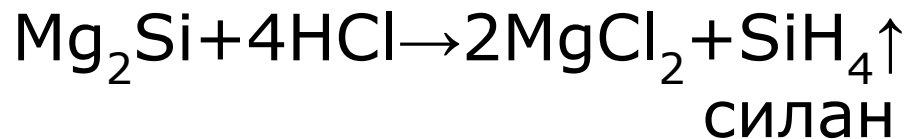
# Сполуки Si з металами

s- і p- метали



іонно - ковалентний зв'язок

з  $\text{H}_2\text{O}$  не взаємодіє



d- метали



нестехіометричний  
склад,

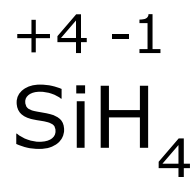
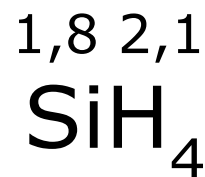
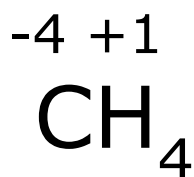
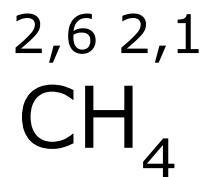
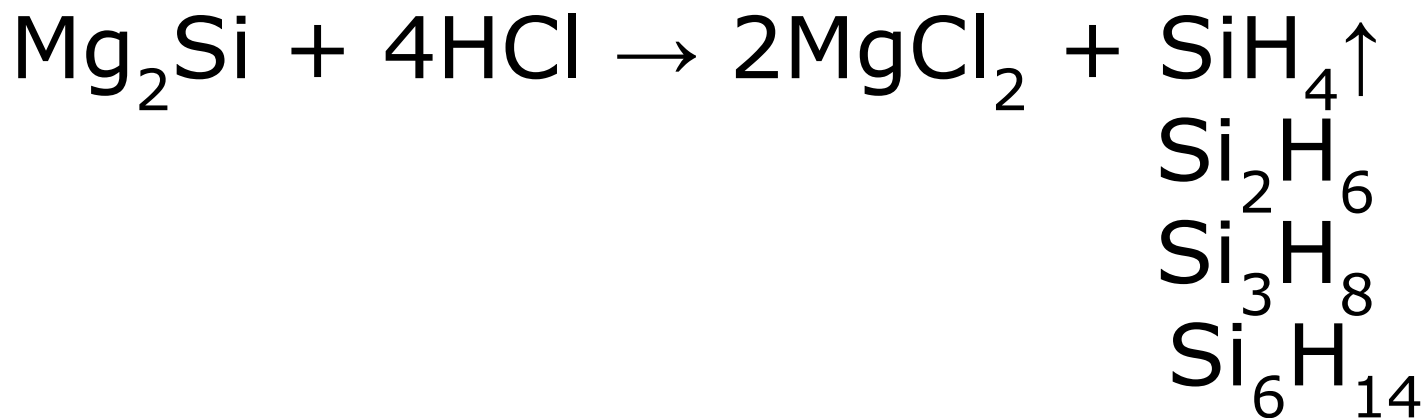
металічний зв'язок,

Сполуки занурення  
атомів Si в кристалічну  
решітку Me

Хімічно інертні,  
кислотостійкі,

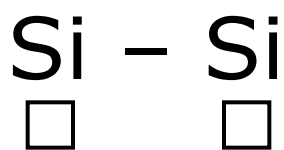
руйнуються лугами

# СИЛАНИ



гідриди

зв'язки



і





# СПОЛУКИ З ОКСИГЕНОМ



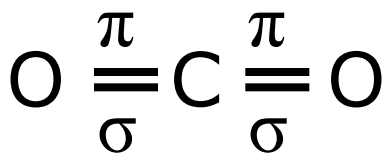
пісок, кварц, гірський криштал, топаз, аметист

SiO<sub>2</sub> існує у вигляді кількох модифікацій

Звичайна форма α-кварц

$$t_{\text{пл.}} = 713 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

За швидкого охолодження утворюється кварцове скло (аморфна склоподібна форма SiO<sub>2</sub>)

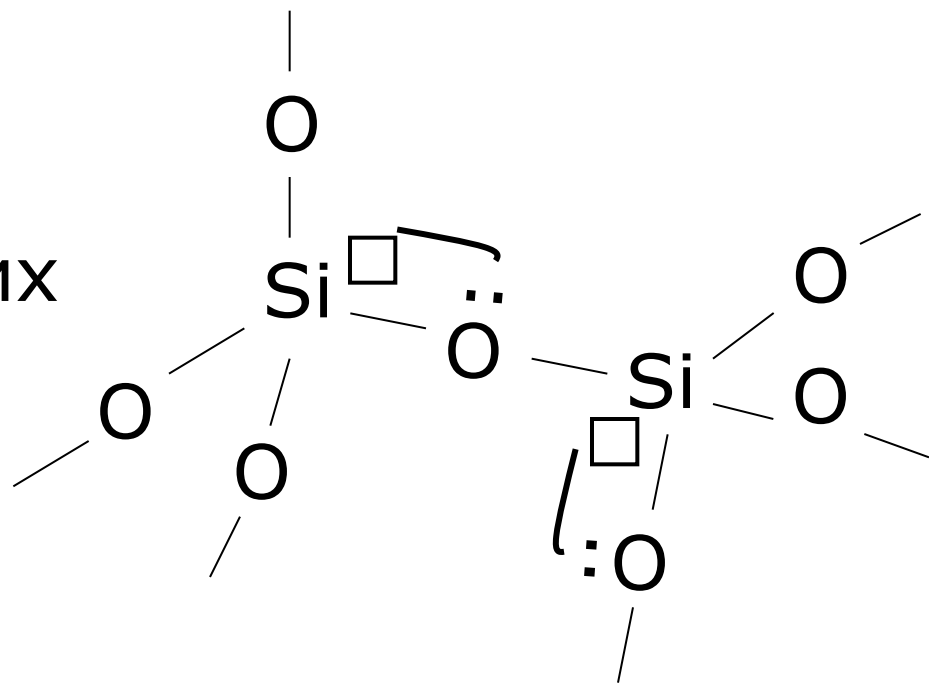
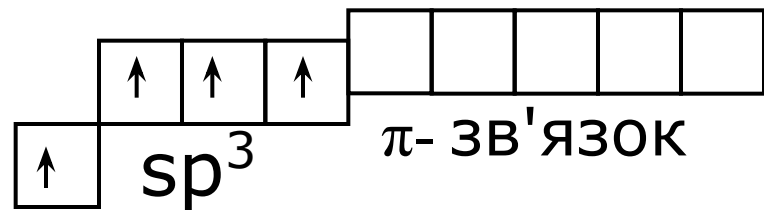


sp-гібридизація

$$t_{\text{кип.}} = -78 \text{ } ^\circ\text{C}$$

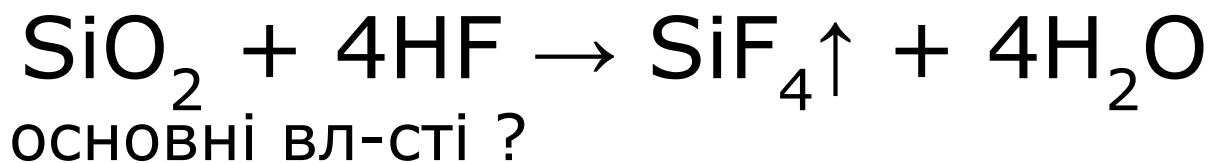
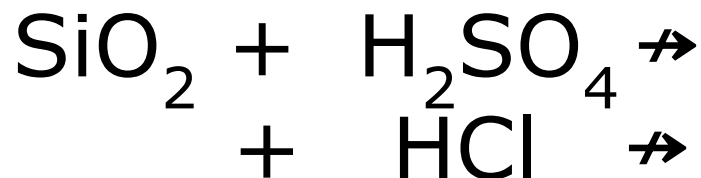
газ складається з окремих неполярних молекул

$$E_{\text{зв.}} \text{CO}_2 < E_{\text{зв.}} \text{SiO}_2$$

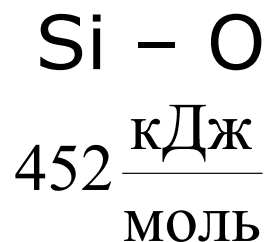


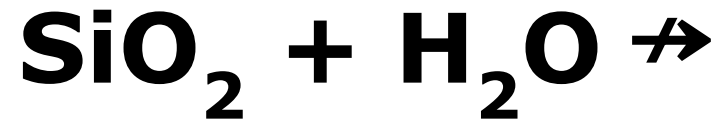
За звичайних умов CO<sub>2</sub> – газ,  
SiO<sub>2</sub> – кристалічна речовина

$\text{SiO}_2$  – полімерна сполука  
 $\text{SiO}_2$  хімічно мало активний



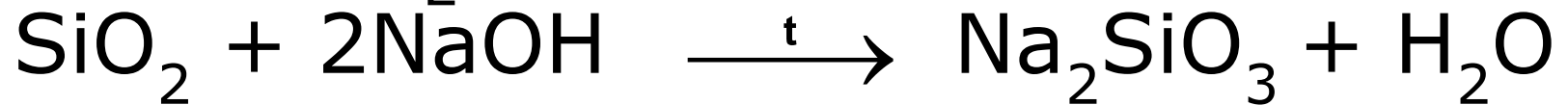
Реакція протікає, тому що Si утворює  
більш міцні зв'язки з F, ніж з O



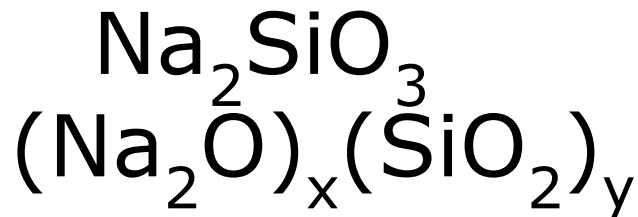


за  $t=100\text{ }^\circ\text{C}$  та підвищеного тиску  
розчинення можливе

$\text{SiO}_2$  – кислотний оксид



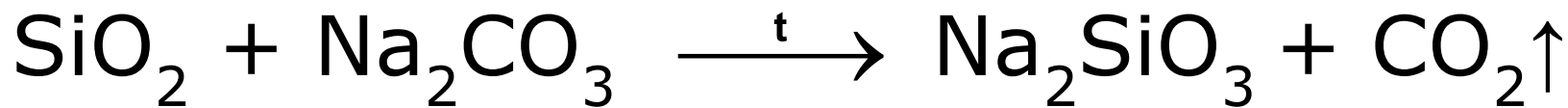
В розчині реакція протікає повільно



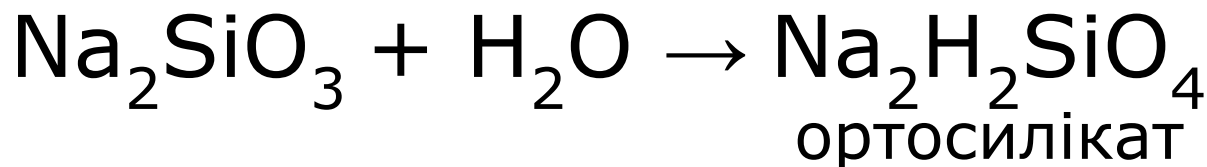
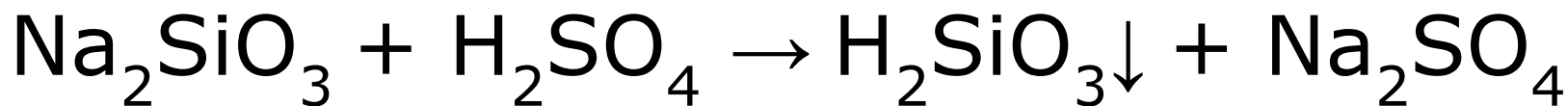
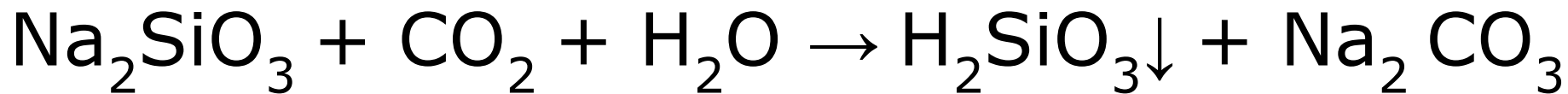
“розчинне скло”

Водний розчин  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  – “рідке скло”

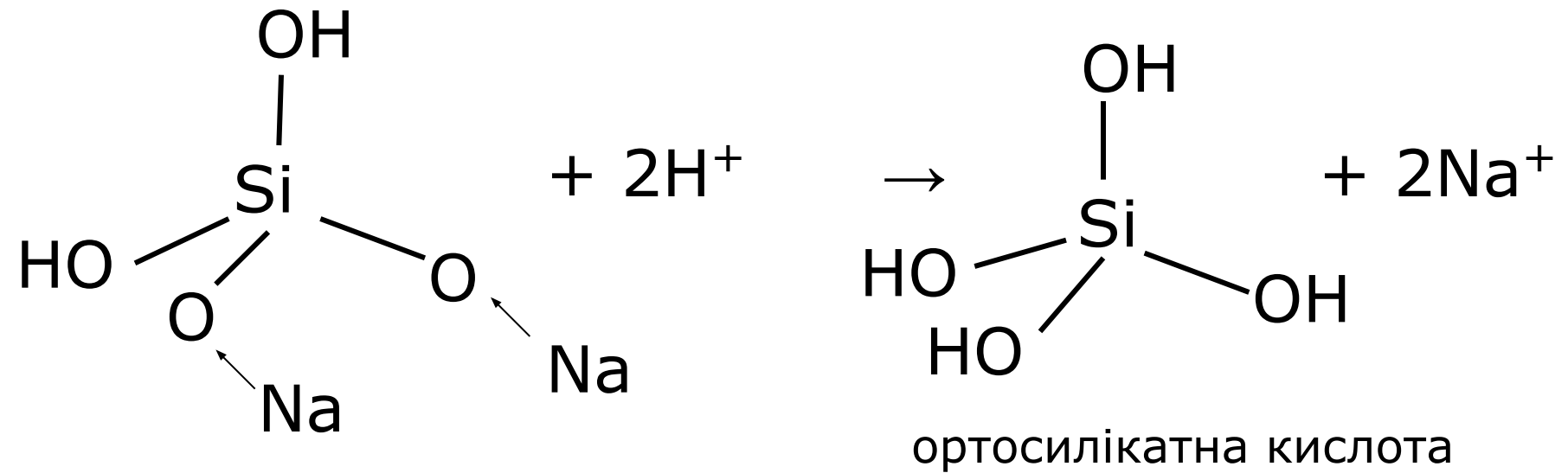




реакція проходить за рахунок збільшення  
ентропії



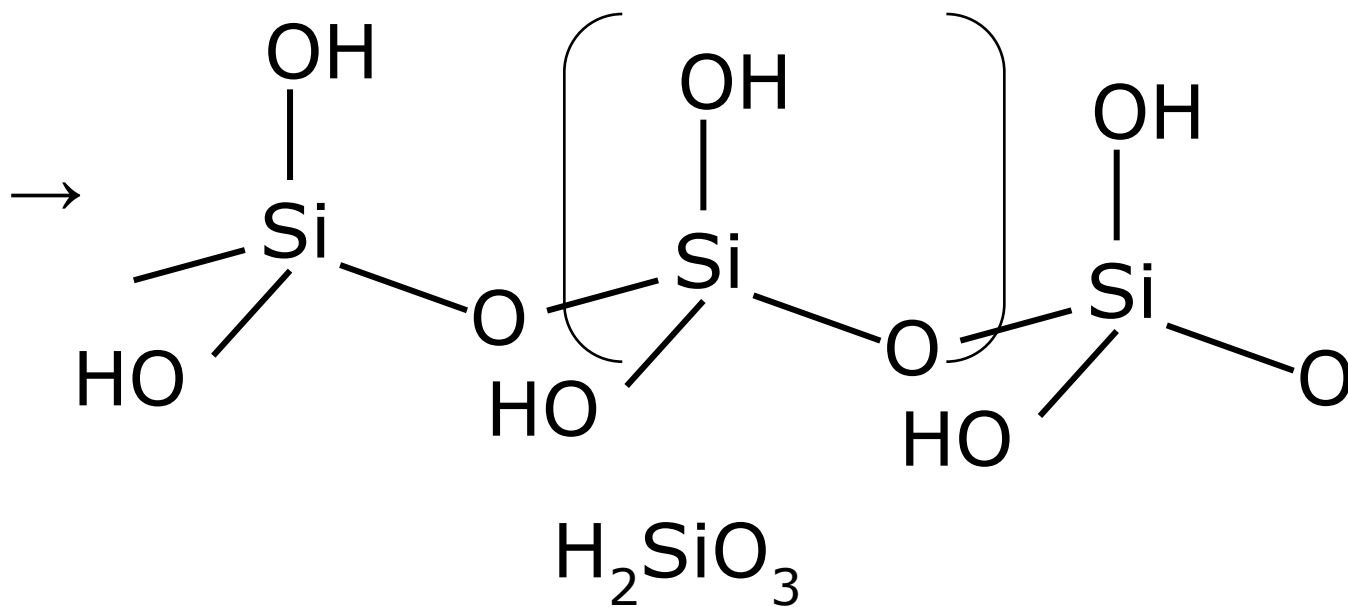
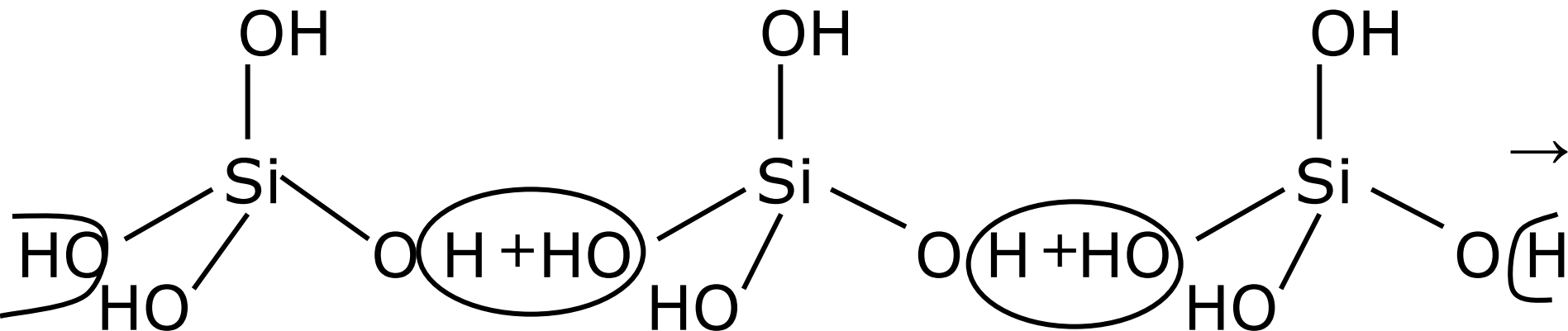
ортосилікат  
дигідроортосилікат



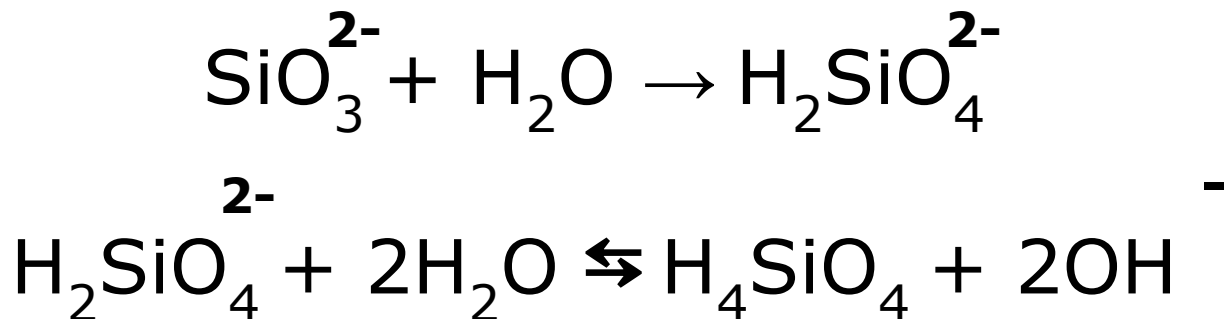
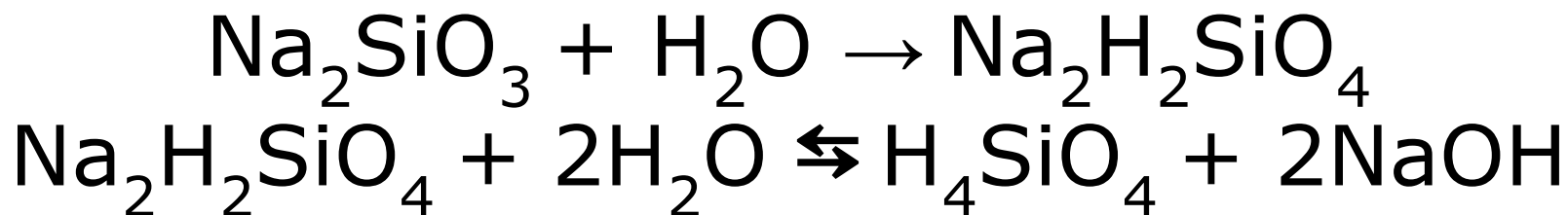
$\text{H}_4\text{SiO}_4$  – розчинна, існує в розведених розчинах

$$K_1 = 10^{-10}$$

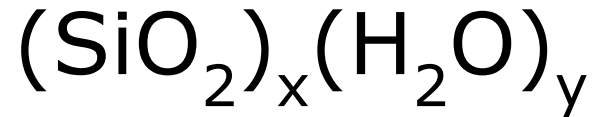
Ортосилікатна кислота з часом піддається  
поліконденсації



Водні розчини  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  внаслідок гідролізу мають дуже лужну реакцію



Силікатні кислоти – полімерні речовини  
змінного складу



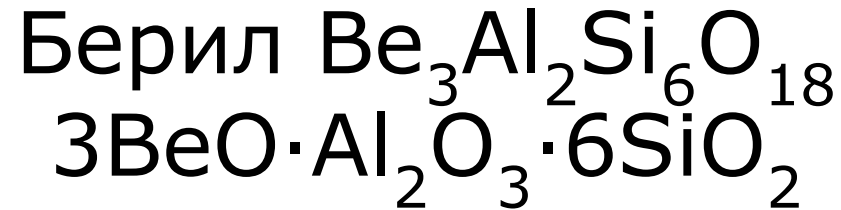
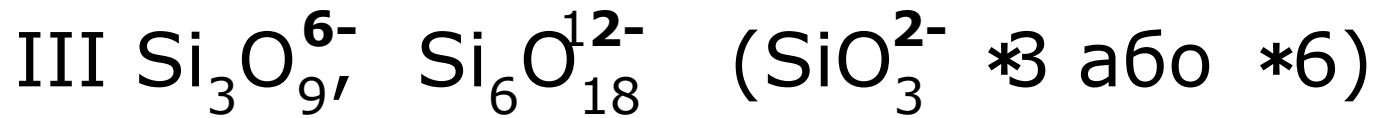
Солі – силікати

Природні силікати

I Прості: солі  $\text{H}_4\text{SiO}_4$

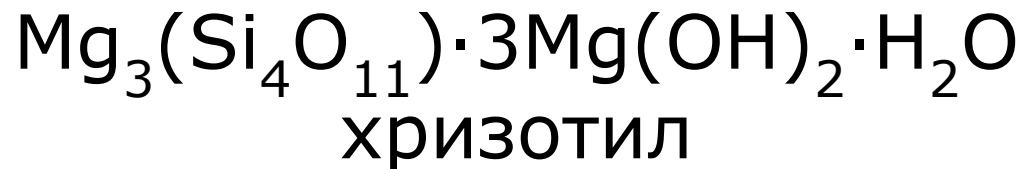
Циркон  $\text{ZrSiO}_4$

II  $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$

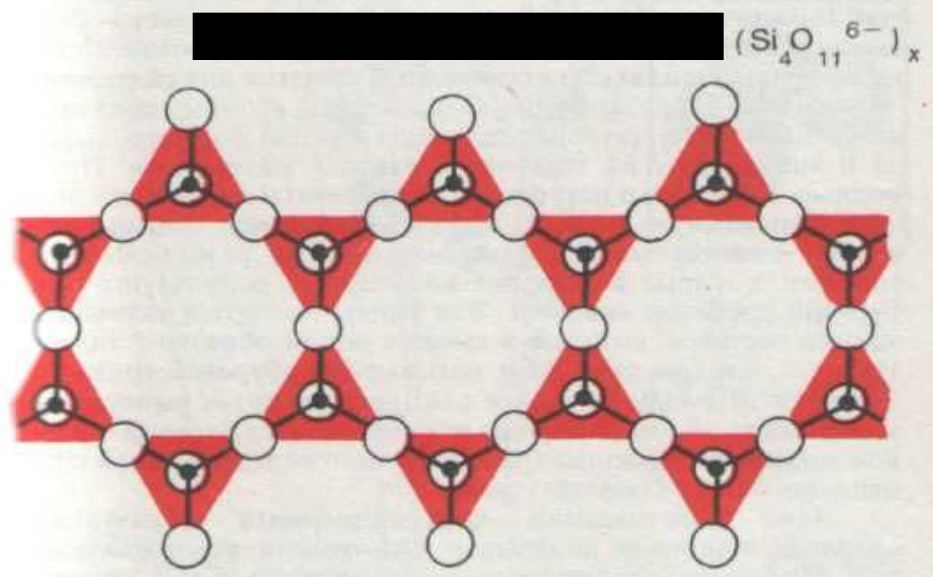
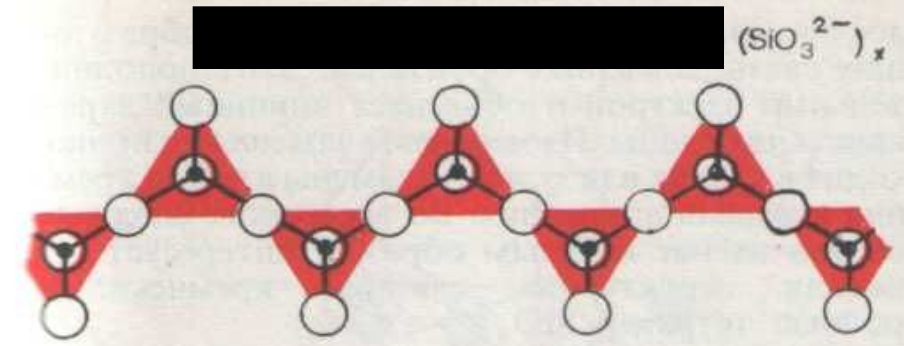
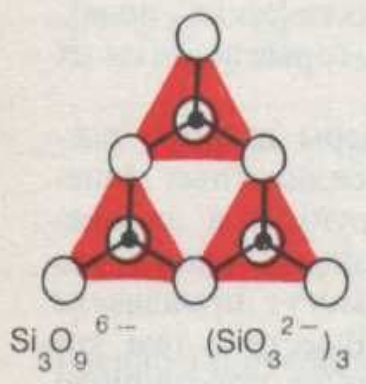
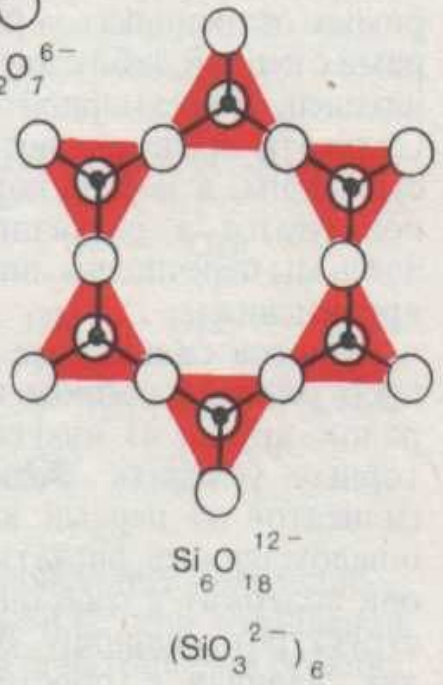
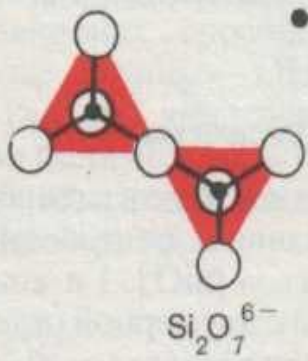


А також

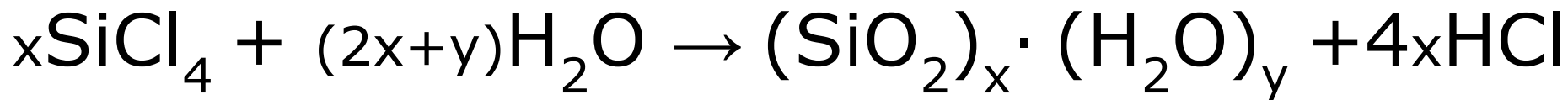
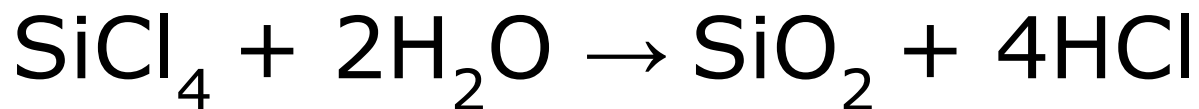
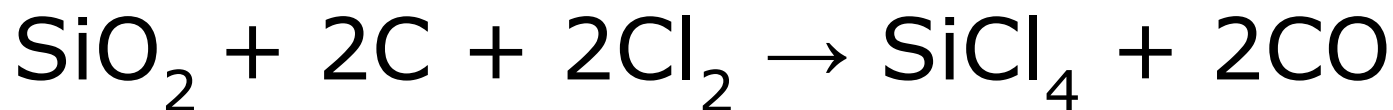
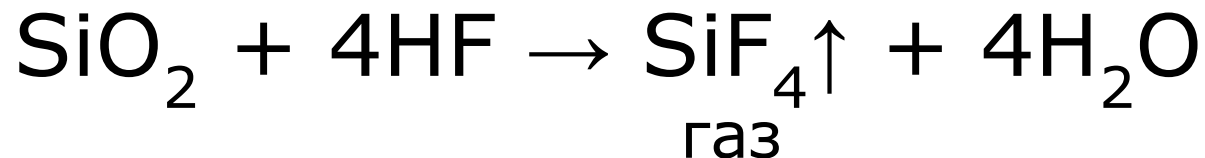
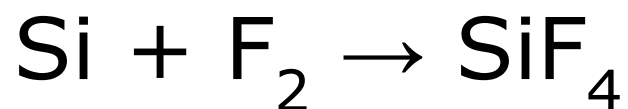
піроксени  $[(\text{SiO}_3^{2-})_x]$  та амфіболи  $[(\text{Si}_4\text{O}_{11}^{6-})_x]$   
(силікати з нескінченними ланцюгами)



○ Silicon  
● Oxygen



## Сполуки Si з галогенами







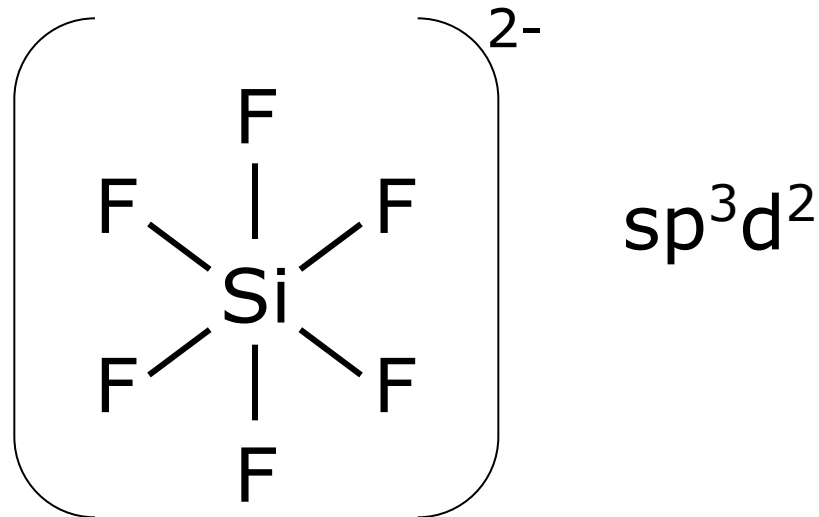
гексафторосилікат гідрогену,  
гексафторосилікатна кислота

Кислота сильна

Солі – фторосилікати

кристалічні сполуки які

використовуються для протравлювання  
деревини



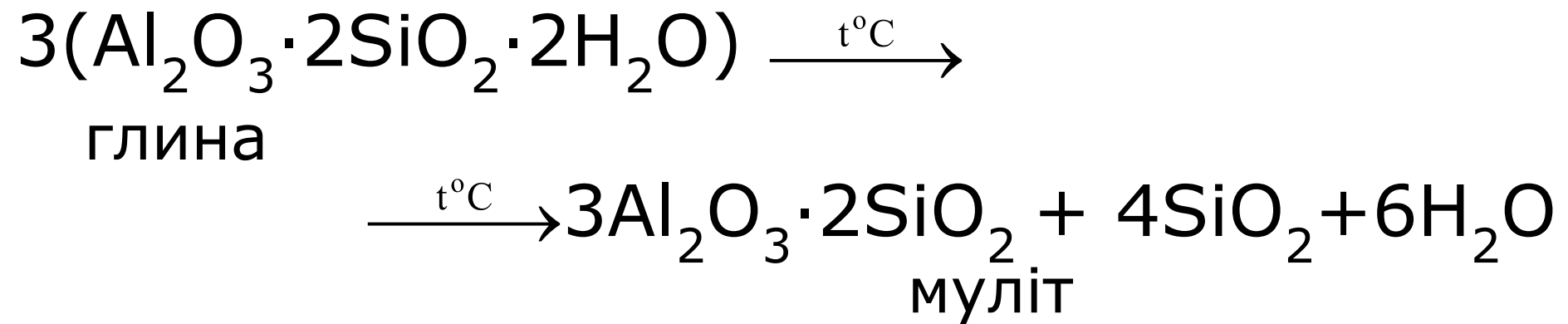
# Застосування

Чистий Si – напівпровідник,  
використовується в СОНЯЧНИХ  
БАТАРЕЯХ.

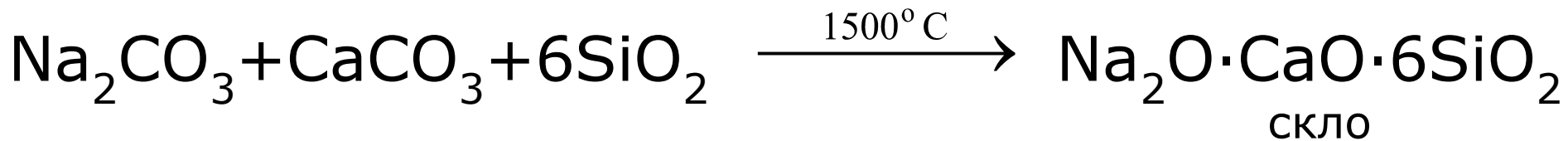
Алюмосилікати – в якості будівельних  
матеріалів, для виготовлення скла,  
фаянсу, фарфору, вогнетривів, тощо.

Під час виробництва різних видів  
кераміки алюмосилікати піддаються  
складним перетворенням, в результаті  
яких із пластичної сировини отримують  
термостійкі міцні вироби потрібної форми.

Головною реакцією отримання фарфору, фаянсу та багатьох вогнетривів є мулітизація каолініту



# Скло



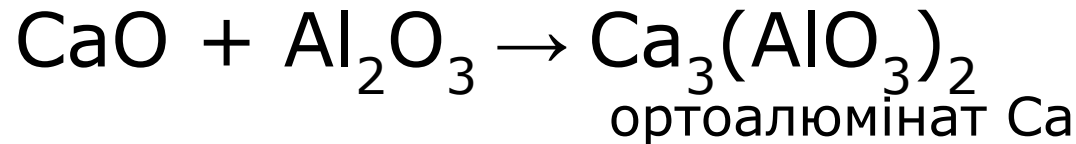
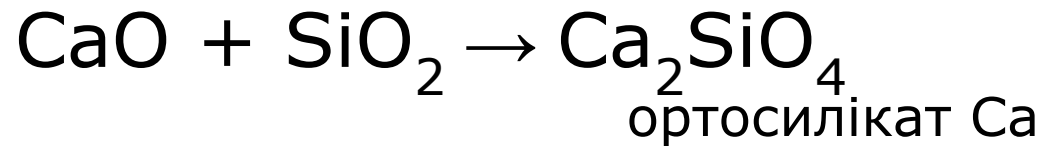
заміна CaO на PbO → флінтглас (кришталь)

часткова заміна CaO на BaO  
SiO<sub>2</sub> на B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> } → хімічно стійке скло

Пірекс (тугоплавке скло) має підвищений вміст SiO<sub>2</sub> та B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

У виробництві скла використовують понад 30 різних оксидів

# Цемент



Цемент –  
суміш ортосилікатів і ортоалюмінатів Ca