

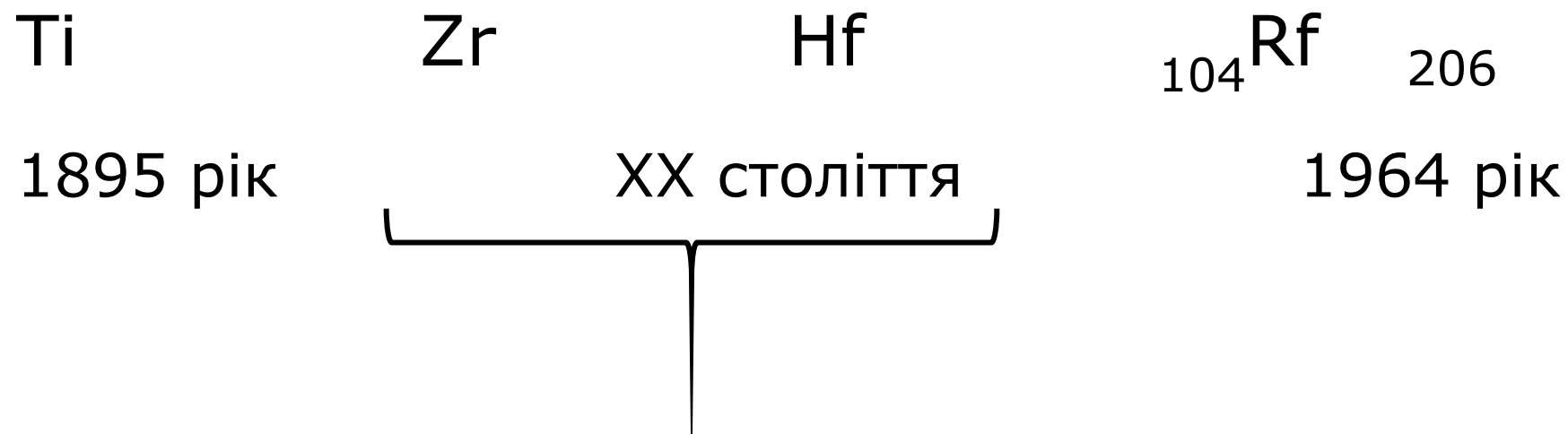
Ti

Zr

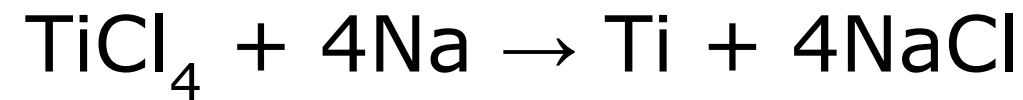
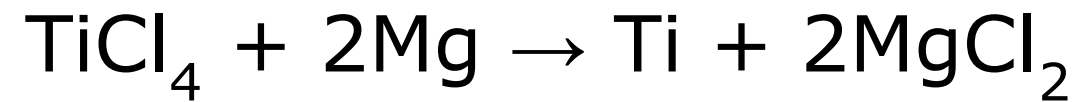
Hf

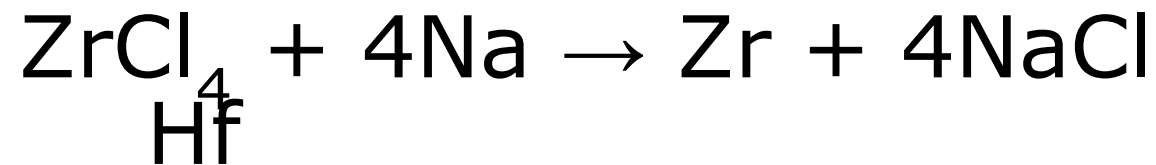
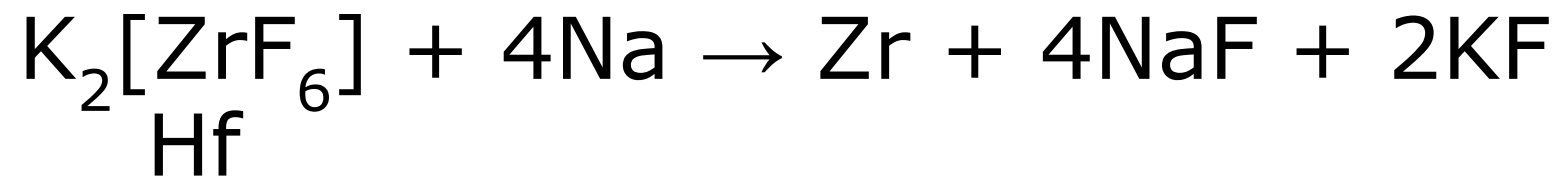
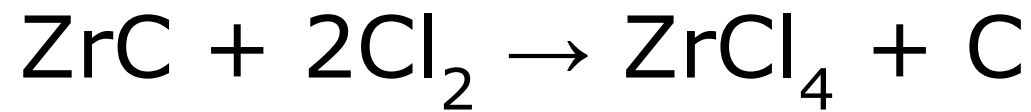
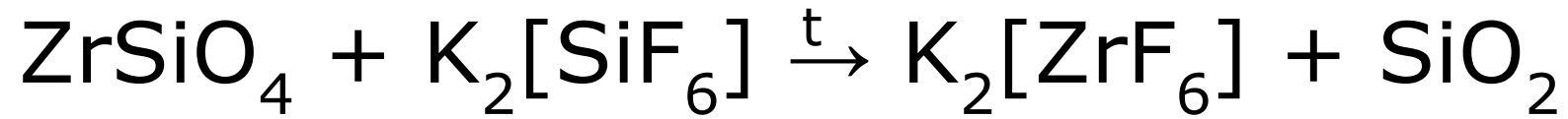
	Ti	Zr	Hf
ат. %	0,25	$4 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-5}$
$r_{\text{ат}}, \text{ пМ}$	146	160	159
$\rho \text{ г/см}^3$	4,51	6,51	13,3
$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	1668	1855	2222
$E^0, \text{ В}$	-1,76	-1,43	-1,57
	Ti^{3+}/Ti	Zr^{4+}/Zr	Hf^{4+}/Hf

TiO_2 - рутил
 CaTiO_3 - перовскіт
 FeTiO_3 - ільменіт
 $\text{FeTiO}_3 \cdot 4\text{Fe}_3\text{O}_4$ - титаномагнетит
 ZrO_2 - бадалеїт
 ZrSiO_4 - циркон
Hf – постійний супутник Zr
його вміст в мінералах цирконію
0,5 ÷ 4%

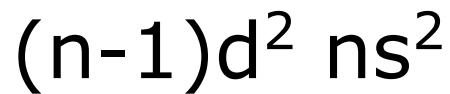


Добування





Ti, Zr, Hf – сріблясто-білі, пластичні метали
За наявності домішок O, N, H, C, B – стають
крихкими



Ti

Zr

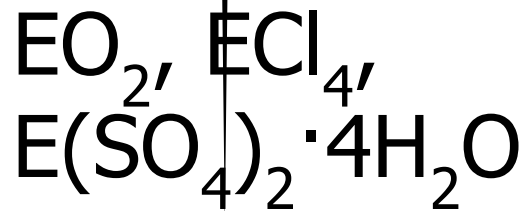
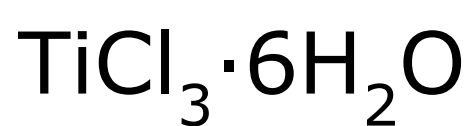
Hf

+3,

+4

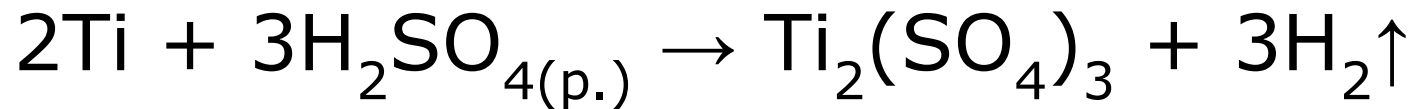
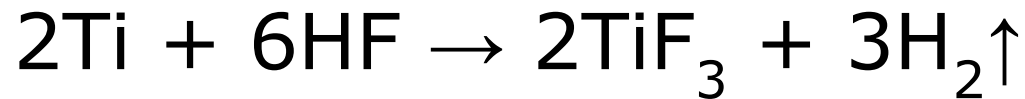
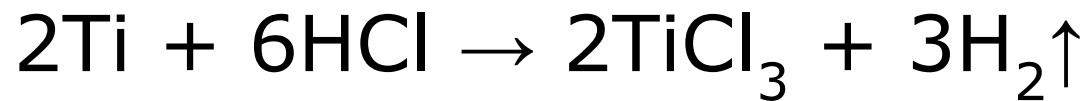
+4

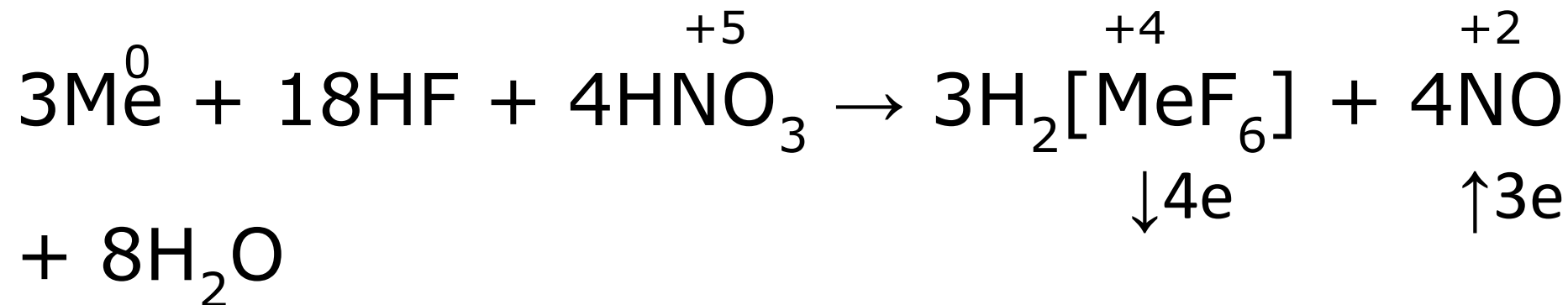
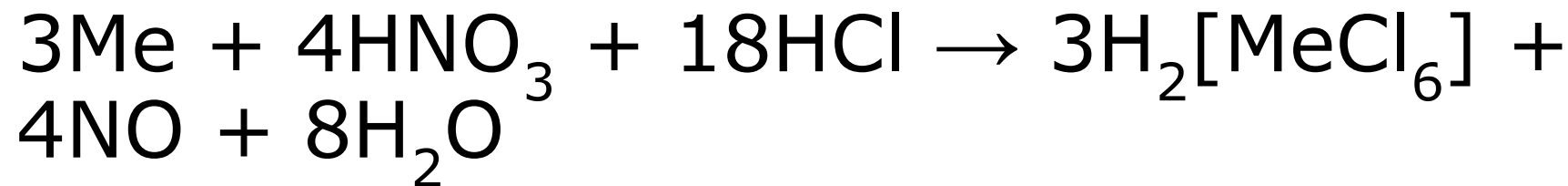
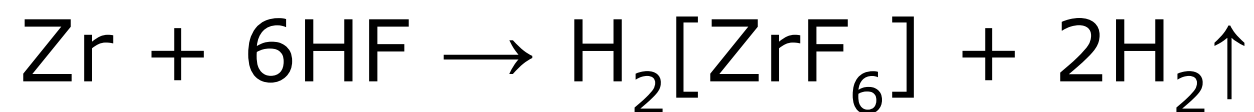
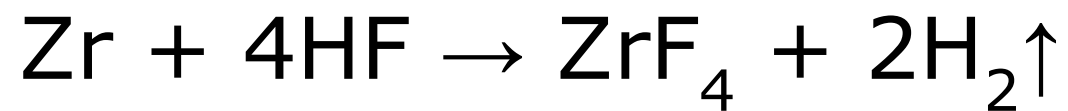
+4



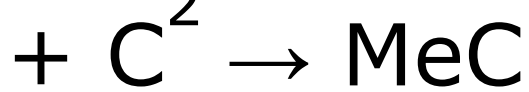
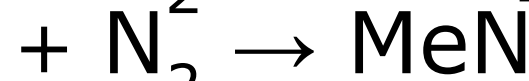
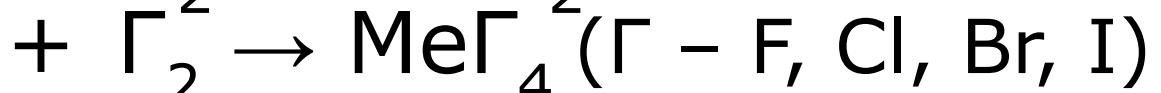
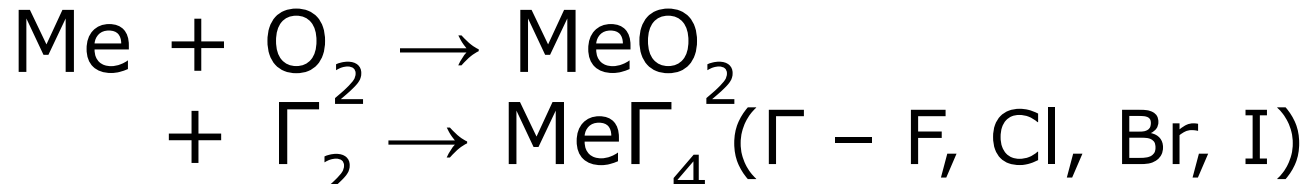
Хімічні властивості

Ti, Zr, Hf вкриті тонкими, хімічно стійкими плівками оксидів EO_2 , що забезпечують хімічну інертність по відношенню до повітря, води, лугів





За високої температури



Сполуки Ti, Zr, Hf з Н, С, N, О найчастіше мають металічний зв'язок і нестехіометричний склад

Ti, Zr, Hf утворюють бертоліди

Нітриди MeN і карбіди MeC – кристалічні, тверді, тугоплавкі сполуки, проводять електричний струм, хімічно інертні

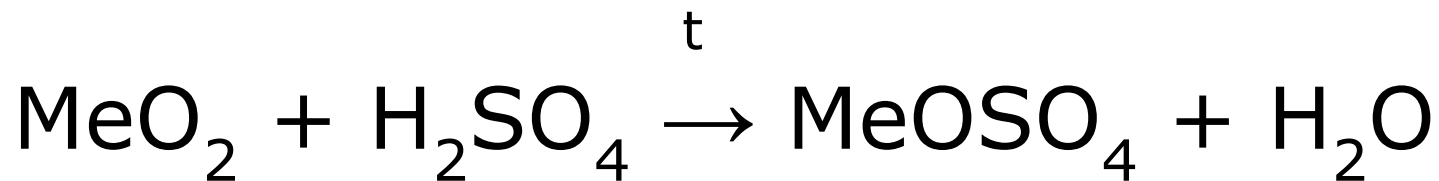
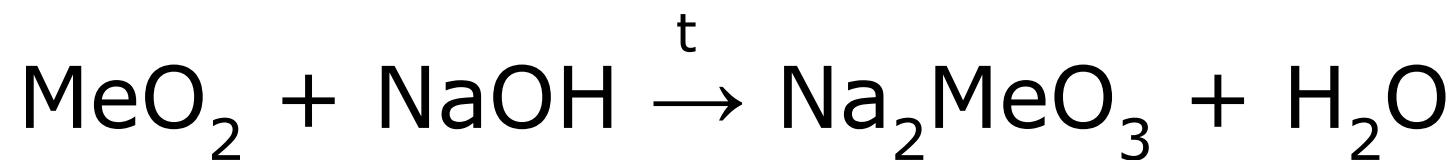
	TiO ₂	ZrO ₂	HfO ₂
t _{пл.} , °C	1870	2850	2900

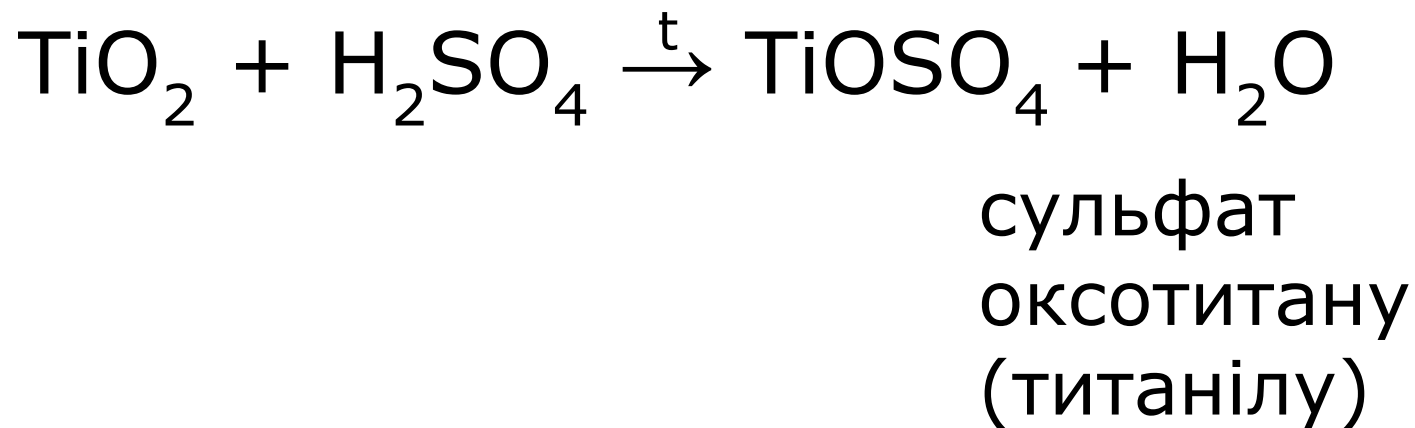
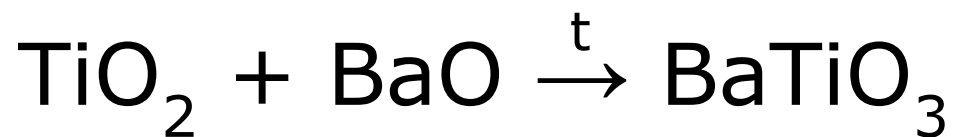
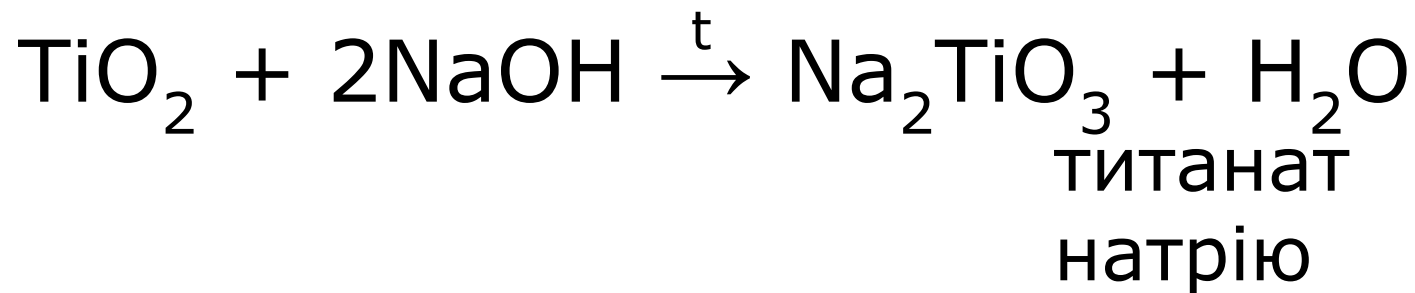
оксиди мають полімерну структуру



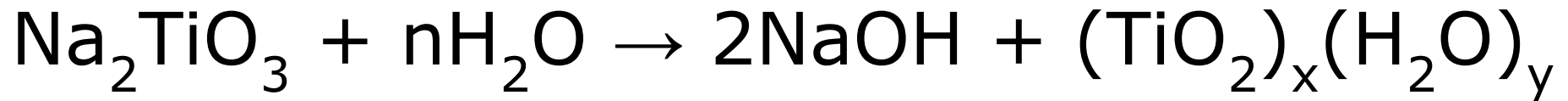
амфотерні

основні властивості збільшуються

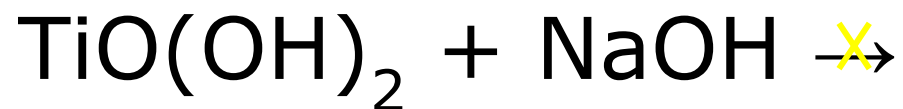
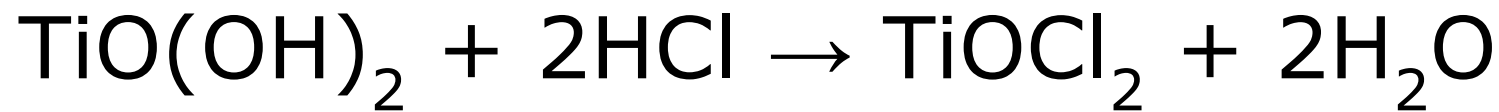
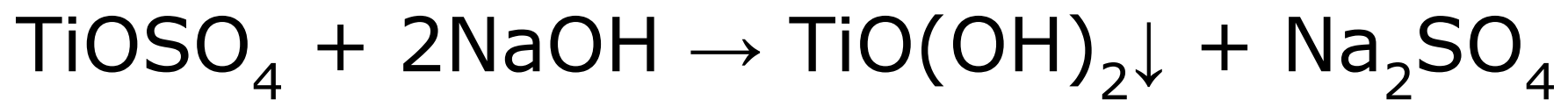




Титанати лужноземельних металів у воді не розчинні, а титанати лужних металів повністю гідролізують



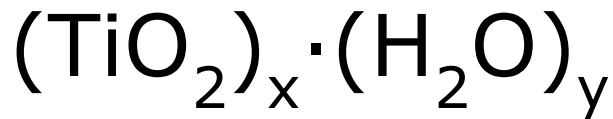
Солі оксотитану у водних розчинах існують



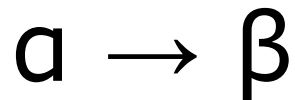
α – титанова кислота

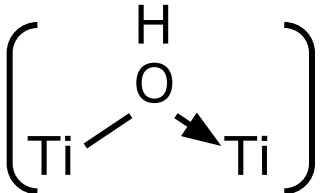


β – титанова кислота

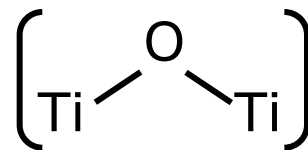


В процесі “старіння”

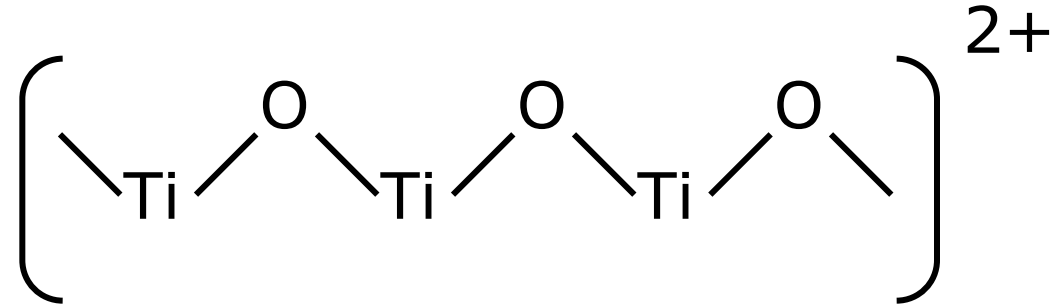


олові групи  перетворюються

на оксоліві



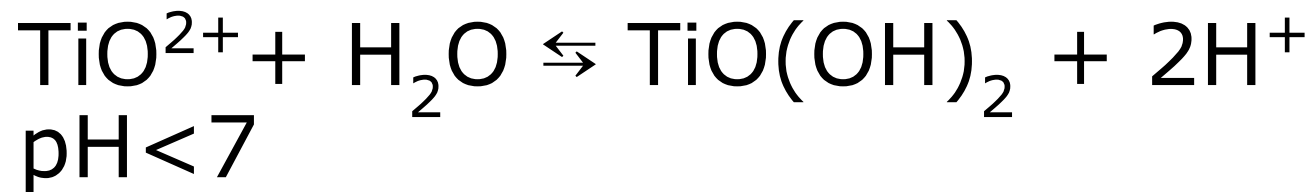
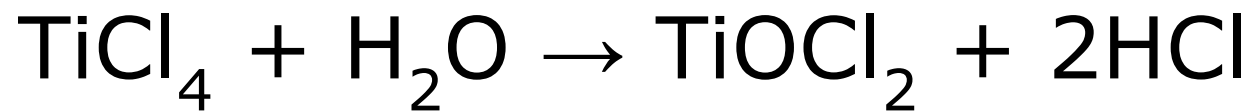
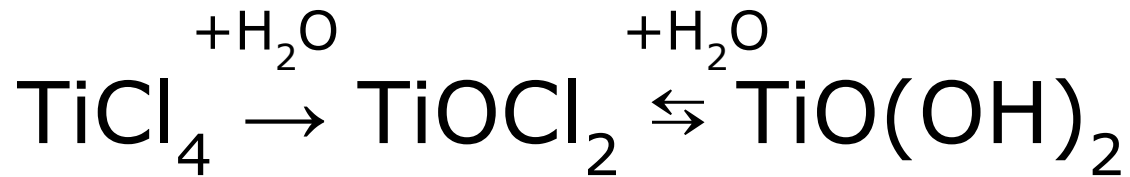
Солі оксотитану містять ланцюги

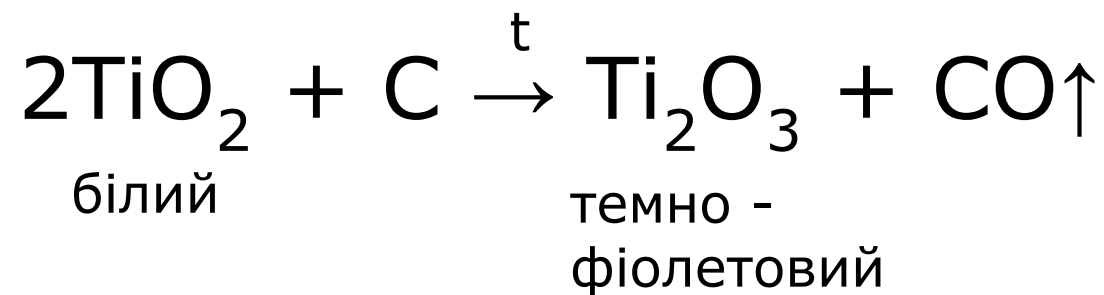
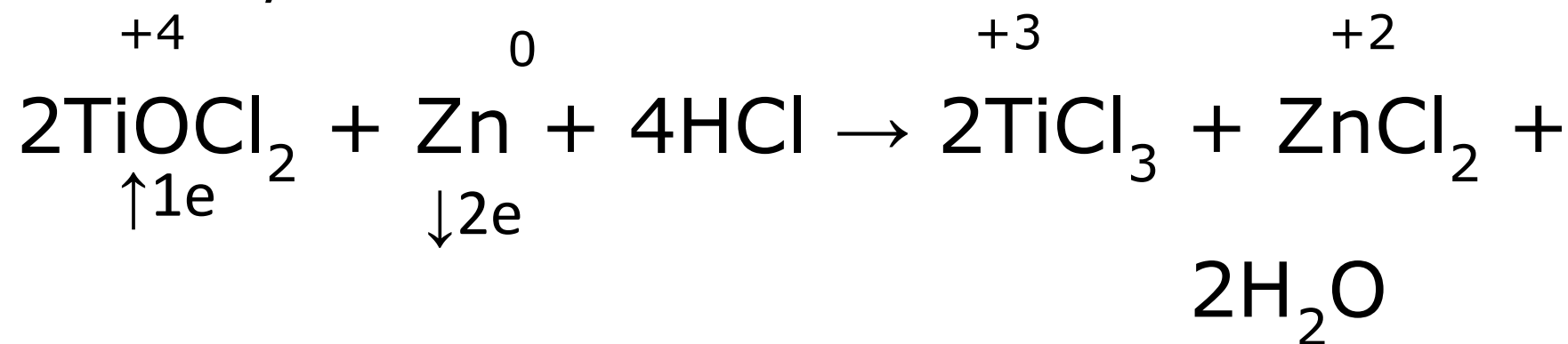
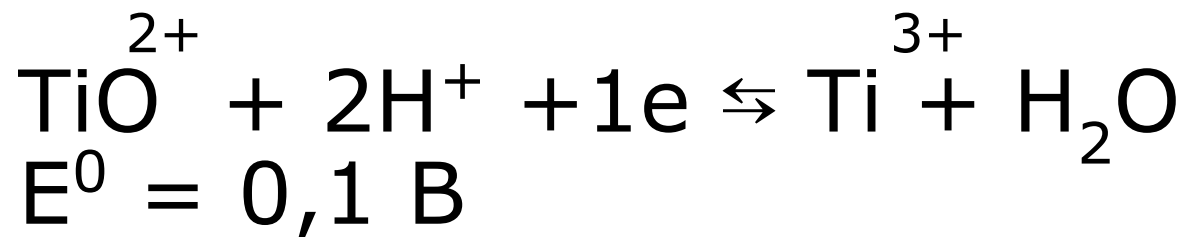


Між ланцюгами розміщені іони кислотних залишків

Солі Zr і Hf (ZrOCl_2 , ZrOSO_4)
схожі на солі Ti

Всі ЕГ₄ у розчинах сильно гідролізують

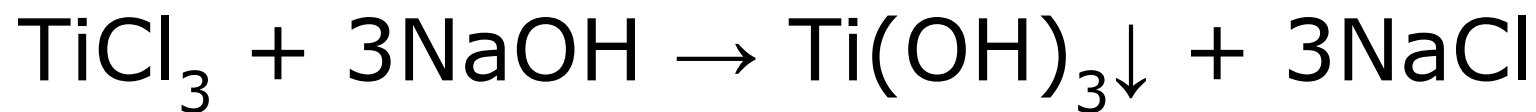




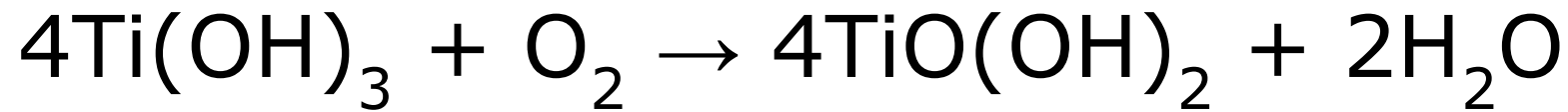
Сполуки Ti^{+3} – сильні відновники



Розчин $TiCl_3$ швидко знебарвлюється на повітрі



ще швидше окислюється $Ti(OH)_3$



Застосування

Ti - важливий конструкційний матеріал
Ti і його сплави відрізняються високою
міцністю, легкістю, тугоплавкістю, хімічною
стійкістю

Ti витримує 10 років у морській воді
(поступається Pt)

протези кісток, артеріальні, серцеві клапани

TiO₂ - рутил (ювелірна справа)

TiO₂ – Kat в органічному синтезі,

TiO₂ входить до складу фарб (білил)

TiC - тверді сплави

TiB₂ - деталі турбін, ракет

BaTiO₃ – для виготовлення електричних конденсаторів

TiCl₃ Кат Циглера (полімеризація етилену)

Солі Ti(III) – м'які відновники

Zr, Hf - конструкційні матеріали для ядерних реакторів

Zr не поглинає нейтрони

Hf інтенсивно поглинає нейтрони
(регулювання)

Zr і Hf необхідно ретельно розділяти

ZrO₂ з домішками HfO₂ фіаніти (ФІАН)

80%TiC і 20%HfC $t_{пл} = 4400^{\circ}\text{C}$