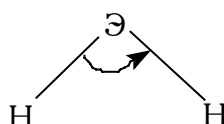


Л7. Водородные соединения элементов V - VII групп.

Галогеноводороды.

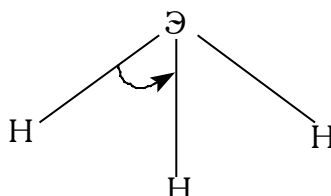
Соединение	I_{H-X}	μ, D	$T_{пл.}, ^\circ C$	$T_{кип.}, ^\circ C$	$E_{св.},$ кДж/моль	$\Delta H_f^0,$ кДж/моль	$\Delta G_f^0,$ кДж/моль	Растворимость, л/100г
HF	0,92	1,9	-92	+19,4	563,5	-271	-272	∞
HCl	1,27	1,08	-112	-84	432	-92,8	-94,8	82,3
HBr	1,41	0,8	-89	-67	366	-34	-53	221
HI	1,60	0,4	-50,8	-35,5	299	+26,6	+1.78	224

H₂Э

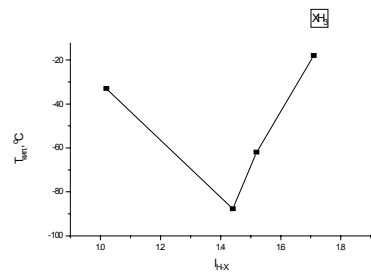
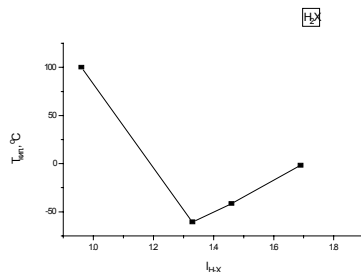
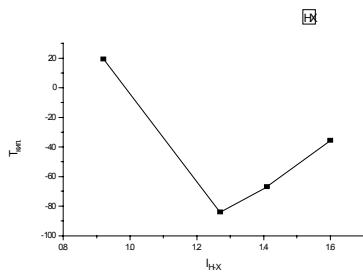


Соединение	I_{H-X}	$\angle HЭH, ^\circ$	μ, D	$T_{пл.}, ^\circ C$	$T_{кип.}, ^\circ C$	$\Delta H_f^0,$ кДж/моль	$E_{H-Э},$ кДж/моль	K_a (водн. раствор)
H ₂ O	0,96	104,5	1,86	0	100	-242	463	$1,8 \cdot 10^{-16}$
H ₂ S	1,33	92,2	0,93	-85,6	-60,8	-22,2	276	$1 \cdot 10^{-7}$
H ₂ Se	1,46	91,0	-	-60,4	-41,5	+77,5	276	$1,7 \cdot 10^{-4}$
H ₂ Te	1,69	85,9	-	-51	-1.8	+143,2	238	$1 \cdot 10^{-3}$

ЭН₃



Соединение	I_{H-X}	$\angle HЭH, ^\circ$	μ, D	$T_{пл.}, ^\circ C$	$T_{кип.}, ^\circ C$	$\Delta H_f^\circ,$ кДж/моль	$E_{H-Э},$ кДж/моль
NH ₃	1,02	107,3	1,48	-77,8	-33	-46,2	380
PH ₃	1,44	93,3	0,55	-133,8	-87,7	+5,4	323
AsH ₃	1,52	92	0,17	-116	-62	+66,4	281
SbH ₃	1,71	91	0,04	-88	-18	+145	256



Водородная связь.

$I_1, \text{кДж/моль}$

Li 5,392

Be 9,323

B 8,298

C 11,260

H 13,599

N 14,534

P 10,487

As 9,82

Sb 8,64

O 13,618

S 10,360

Se 9,752

Te 9,010

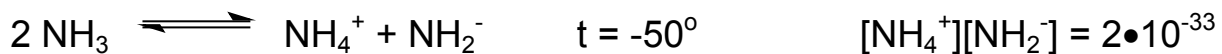
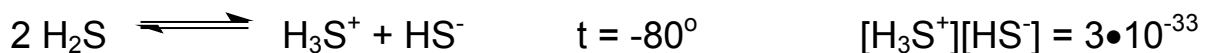
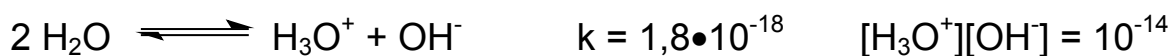
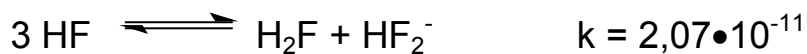
F 17,423

Cl 12,968

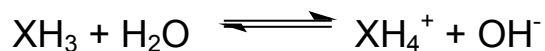
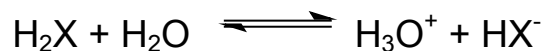
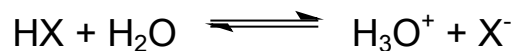
Br 11,84

I 10,451

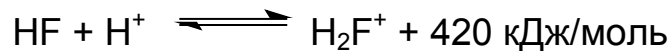
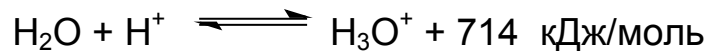
Автопротолиз.



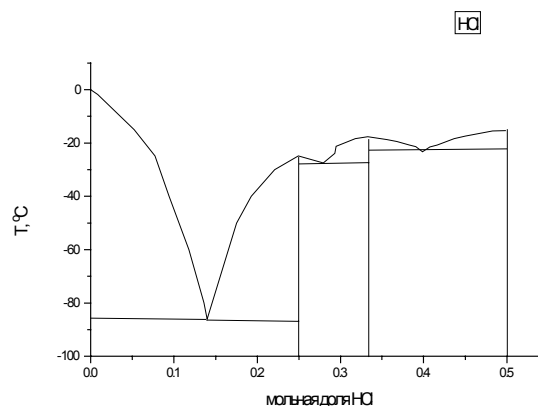
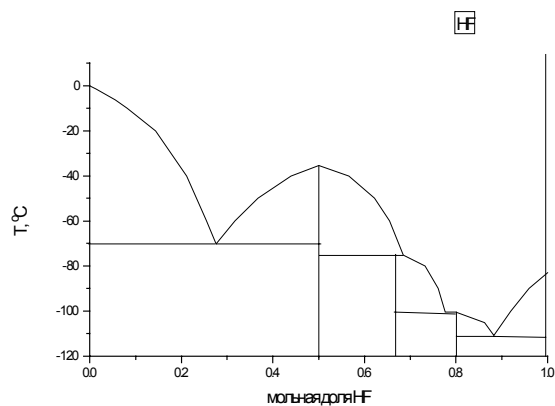
Диссоциация в водном растворе.



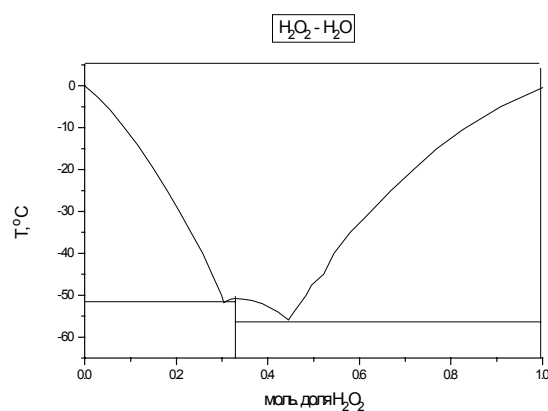
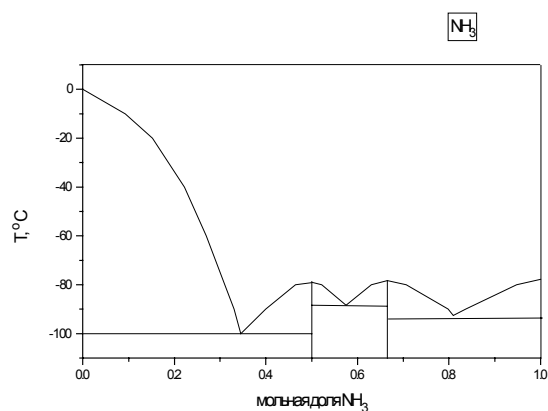
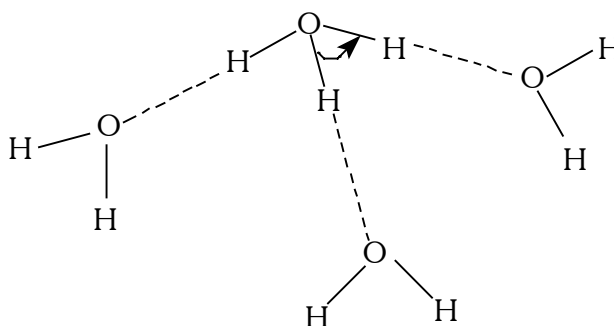
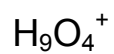
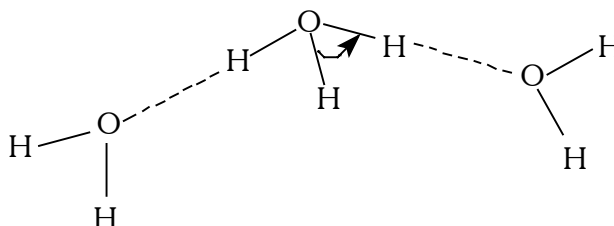
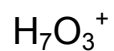
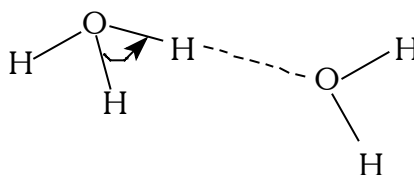
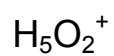
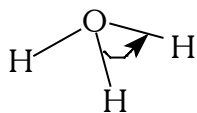
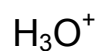
Реакции в газовой фазе.



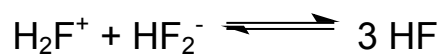
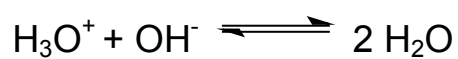
Процесс	ΔG°_{298} , кДж/моль	HF	HCl	HBr	HI
$\text{H}\Gamma_{\text{p-p}} \rightleftharpoons \text{H}\Gamma_{\text{r}}$	24	-4	-4	-4	-4
$\text{H}\Gamma_{\text{r}} \rightleftharpoons \text{H}_{\text{r}} + \Gamma_{\text{r}}$	537	405	340	269	
$\text{H}_{\text{r}} - \text{e} \rightleftharpoons \text{H}_{\text{r}}^+$	1324	1324	1324	1324	
$\Gamma_{\text{r}} + \text{e} \rightleftharpoons \Gamma_{\text{r}}^-$	-349	-368	-344	-316	
$\text{H}_{\text{r}}^+ + \Gamma_{\text{r}} \rightleftharpoons \text{H}_{\text{p}}^+ + \Gamma_{\text{p}}^-$	-1518	1398	1368	1334	
Σ	18	-41	-52	-61	
pK_a	3,1	-7,1	-9,1	-10,7	



Гидраты протона. ($\angle \text{HOH} \approx 112^\circ$ $l_{\text{O-H}} \approx 0,8$)



Сопряженные пары.



Соединения со связью Э - Э.

Соединение	$I_{\text{H-Э}}$	$I_{\text{Э-Э}}$	$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	ΔG_f° , кДж/моль	$pK_{\text{в}}(a)$
H_2O_2	0,96	1,48	-0,43	152	-120,1	(11,7) (25)
H_2S_2	1,33	2,05	-89,7	71	-	(7,2)
N_2H_4	1,02	1,45	2	113,5	149,2	7,9 - 0,3
NH_2OH	0,95 1,02	1,47	333	-	-17,4	8,03
P_2H_4	1,44	2,20	-9,9	65,2	-	(26)

Изменение длин связи при протонировании.

Соединение	$I_{\text{H-Э}}$	Соединение	$I_{\text{H-Э}}$
N_2H_4	1,46	$(\text{N}_2\text{H}_6)(\text{HSO}_4)_2$	1,40
$\text{N}_2\text{H}_4 \bullet \text{H}_2\text{O}$	1,446	$(\text{N}_2\text{H}_5)(\text{HSO}_4)$	1,44
$\text{N}_2\text{H}_6\text{F}_2$	1,42	NH_2OH	1,47
$\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$	1,42	$(\text{NH}_3\text{OH})\text{Cl}$	1,45
$\text{N}_2\text{H}_6\text{Cl}_2$	1,42	$(\text{NH}_3\text{OH})\text{Br}$	1,45
$\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$	1,45	$(\text{NH}_3\text{OH})\text{ClO}_4$	1,41

Значение двугранного угла НОО/ООН для H_2O_2 .

Соединение	Угол, град	Соединение	Угол, град.
H_2O_2 тв.	90,2	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \bullet \text{H}_2\text{O}_2$	180
H_2O_2 газ	111 - 118	$\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4 \bullet \text{H}_2\text{O}_2$	180
$\text{H}_2\text{O}_2 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$	129	$\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \bullet \text{H}_2\text{O}_2$	101,6
		$\text{Rb}_2\text{C}_2\text{O}_4 \bullet \text{H}_2\text{O}_2$	103,4