АЗОТ

N^0 2s [↑↓] 2p [↓][↓][↓] **э.о.** 3.1

3 – **2 –** **1 –** **1/3 –**

NH_3, аммиак, г., бц., с резким запахом, $d = 0.77$, т. пл. –78, т. к. –33, $\Delta H = -46$, $(NH_3)_n$ – ассоциат за счет водородных связей, мол. – триг. пирамида (ψ-тетраэдр [:NH_3], sp^3), N—H 1.01, ∠HNH 107, $\mu = 1.46$, $\varepsilon = 22\,(-34°)$, р-ритель M^I, M^{II}, $M\Gamma_n$, S, MNO_3, MNH_2;
$Na + NH_3(ж.) \leftrightarrows Na^+ + e \cdot NH_3^-$ (син.);
$2\,NH_3(ж.) \leftrightarrows NH_4^+ + NH_2^-$, $[NH_4^+][NH_2^-] = 10^{-33}$ (–50°);
р. в H_2O 34%(масс.) = 99% (об.), pH = 11.8
$NH_3 + H_2O \underset{}{\overset{K=0.2}{\rightleftharpoons}}$ **$NH_3 \cdot H_2O$** (= $H_3N...HOH$) $\overset{K=10^{-5}}{\rightleftharpoons} NH_4^+ + OH^-$,
"гидроокись аммония", "NH_4OH" *);
$K = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]} = 10^{-5}$
$2\,NH_3 \cdot H_2O$ = $(NH_4)_2O$, т. пл. –78 с разл.
$NH_3 \cdot H_2O$ = "NH_4OH", т. пл. –77, в стр. – цепи $(H_2O)_n$, сшитые мол. NH_3 ("NH_4OH" не сущ. и в стр.)
$NH_3 \cdot 2\,H_2O$, т. пл. –97, в стр. мол. H_2O разупорядочены [23]
$MX_n \cdot y\,NH_3$, аммиакаты

O_2 (t, без к-ра); Cl_2; $CuO(t)$

NaOCl (0.2% желатины)

N_2H_4, гидразин (диамид), ж., бц., дымящая, т. пл. 2, т. к. 114, $\xrightarrow{t} NH_3 + N_2$, $\Delta H = +52$ (ж.), +95 (г.), $\mu = 1.83$, $\varepsilon = 52$ (25°), N—H 1.02, N—N 1.45, ∠NNH = = ∠HNH ~110, двугранный ∠90;
$+ H_2O \leftrightarrows N_2H_5^+ + OH^-$, $K_1 = 10^{-6}$;
$N_2H_5^+ + H_2O \leftrightarrows N_2H_6^{2+} + OH^-$, $K_2 = 10^{-16}$, сильн. восст.

$[(Me_3Si)_2N—N=]_2$ — CF_3COOH (CH_2Cl_2, –78°)

N_4H_4, тетразен, [17] *транс*-$H_2N—N=N—NH_2$, крист., бц., возг. вак. –15, $\xrightarrow{t} N_2 + N_2H_4 + NH_4\,[N_3]$

H_2 (500°, p, Pt; Fe/Al_2O_3)

H_2; NH_3 (t, взр.) > 500°

HN_3, азотистоводородная к., ж., бц., яд., с резким запахом, т. пл. –80, т. к. 37, $d = 1.13$, взр. 300°, $\Delta H = +293$,
уст. в разб. р-ре, $K = 10^{-5}$, $\mu = 0.83$, сильн. окисл. (реаг. с Cu; $HN_3 + HCl$ р. Pt) [20]

NH_4X — $MClO_4$; MNO_3; $K_2Cr_2O_7$ (t)

N_2, г., бц., $d^0 = 1.25$, т. пл. –210, т. к. –196, ст. дис. = 0.1% (3000°), $\Delta H_{дис.} = 945$, р. в H_2O 2% (об.) (0°), оч. инертен, N—N 1.095 ($1\sigma + 2\pi$ связи), $\nu N \equiv N$ 2331 $см^{-1}$; мол. стр., α-, куб. пл. упак., $a = 5.66$
↓ > –238°
β-, гексаг. пл. упак., $a = 4.04$, $c = 6.67$ (вращение мол. имитирует симметрию шара)

$OsCl_3 + PR_3 + Zn/Hg$; $Ti(C_5H_5)_2$; $Ni(ac\text{–}ac)_2 + PPh_3$ + эф.; $VCl_3(Thf)_3 + Na + PR_3$

N_2H_5OH, гидрат гидразина, ж., бц., т. пл. –52, т. к. 119, $K_{осн.} = 10^{-6}$, $\Delta H = -243$

HX — NH_3 (ж.) [–$(NH_4)_2SO_4$]

Соли гидразония
$[N_2H_5]\Gamma$, Γ = F, Cl
↑ H_2O
$[N_2H_6]X_2$, X = F, Cl, $TiF_6/2$
$[N_2H_6]SO_4$↓
$[N_2H_6]^{2+}$-*транс*, N—N 1.45, N—H 0.88–1.07 [11]

Na (–H_2)

$Na[N_2H_3]$, крист., желт., взр.

NaOCl — NH_3

NH_2Cl, хлорамин, масло, бц., т. пл. –60, перегоняется вак.;
$+ H_2O \leftrightarrows NH_3 + HOCl$;
окисл., мол. – ψ-тетраэдр (sp^3), N—Cl 1.75, ∠ClNH 104, ∠HNH 99

HX — MOH

Соли аммония
$NH_4\Gamma \overset{t}{\rightleftarrows} NH_3 + H\Gamma$, уст. $NH_4I > NH_4F$
$(NH_4)_2SO_4$, разл. 357
NH_4HSO_4, т. пл. 251, т. к. 490
NH_4HCO_3, разл. 40
NH_4X, при X = NO_2, ClO_4, $Cr_2O_7/2$, $\xrightarrow{t} N_2 + H_2O + Э_2O_n$
NH_4NO_3 $\xrightarrow{210°}$ $N_2O + H_2O$ (медл.); $N_2 + H_2O + O_2$ (взр.)
катион – тетраэдр (sp^3), N—H 1.03
$[R_4N]^+X^-$, соли тетраалкиламмония

H_2O — Na (–H_2; 350°)

Амиды
$NaNH_2$, крист., бц., т. пл. 210, т. к. 400, р. в ж. NH_3
$Ba(NH_2)_2$, т. пл. 280
$Cr(NH_2)_3$, разл. ~ 100
$[:NH_2]^-$ – ψ-тетраэдр, N—H 1.03, ∠HNH 104; $+ H_2O \longrightarrow NH_3 + M(OH)_n$
$CO(NH_2)_2$, карбамид (мочевина)
$CaCN_2$, цианамид,
$+ H_2O \xrightarrow{t} NH_3 + CaCO_3$

CaC_2 (1000°; –C, цианамидный метод связывания N_2)

t (–NH_3)

Имиды
Li_2NH, **$S_n(NH)_{8-n}$**, – циклы

t (–NH_3)

M (–H_2)

Li (20°); Mg–Ba; Al; Ti–Mn; Ln; Mo; W(t); MH; TiO_2+C

Нитриды M_3N_x

Солеобразные	Ковалентные	Металлоподобные	
Li_3N, крист., красн., т. пл. 814(p), оч. акт. **M_2N**, M = Ca–Ba, стр. *анти*-$CdCl_2$ [24] **Mg_3N_2**, разл. 1500 **Ca_3N_2**, т. пл. 1195 **Zn_3N_2**, разл. 700 **Be_3N_2**, т. пл. 2200 с разл. уст. на воздухе, стр. тип Mn_2O_3 **Cu_3N**, разл. 450, стр. тип анти-ReO_3 $+ H_2O \rightarrow MOH + NH_3$; полупроводники	**BN**, крист., бел. т. пл. 3000 ($p\,N_2$), разл. ~ 2500, стр. тип алмаза или графита **AlN**, крист., бел., разл. 2200 **GaN**, желт. **InN**, черн. стр. тип вюртцита (ZnS) **Si_3N_4**, крист., бел., возг. 1900 стр. тип NaCl; диэлектрики или полупроводники, термостойки, уст. к окисл., распл. M, кислотоупорны (t)	**TiN**, т. пл. 3200 **ZrN**, " 2980 **VN** — **NbN**, " 2300 **CrN**, т. пл. 1500 **AnN**, An = Th, U, Pu стр. тип NaCl **Nb_2N**, **Cr_2N**, **Fe_4N**, **Co_3N**, **Co_2N**, **Ni_3N**, **Ni_4N**, фазы внедрения N в стр. M, тугоплавки, оч. тв., хрупкие, с мет. тепло- и электропроводностью, хим. инертны	

$CaГ_2$

$Ca_2NГ$, Г = Cl, Br [24]

*) В тексте "Таблиц" водные растворы NH_3 обозначены "NH_4OH"

NO_2 — [H↑]; Pt/C

MNO_3 — SO_2; кат. восст.

NH_2OH, гидроксиламин, крист., бц., т. пл. 33, т. к. 58/22 мм, взр. 100°, $\Delta H = -113$;
$+ H_2O \leftrightarrows NH_3OH^+ + OH^-$;
$K_{осн.} = 10^{-8}$; конц. р-ры
↓ (OH^-, Pt)
$N_2 + NH_3 + N_2O$;
сильн. восст., мол. – ψ-тетраэдр, N—O 1.45, N—H 1.02, ∠HNH 107, ∠HNO 103, ∠NOH 101
· **H_2O**

Соли гидроксиламмония, **$[NH_3OH]^+X^-$**, X = Cl (т. пл. 151), ClO_4, $SO_4/2$, NO_3, $PO_4/3$, крист., уст., катион – искаж. тетраэдр, N—H 0.99, N—O 1.41 [9]

ЭF$_5$(HF)

$[H_2N_3]^+[ЭF_6]^-$, соли аминодиазония, крист., бц., уст. при 20°, катион – $[H_2\dot{N}—N=N]^+$ (1.29, 1.10) [22]

M (–N_2–NH_3)

$M(N_3)_n$, азиды [25]
NaN_3, бц., разл. 275
KN_3, т. пл. 350, разл. 355 без взр.
M^{II} = Hg, Pb, Ba ($\cdot H_2O$↓), [SO], [SO_2], [CrO_2]; взр. от удара (детонаторы); анион линейный
$[:\bar{N}=\overset{+}{N}=\bar{N}:]^-$,
N—N 1.17

t (–M)

H^+ / MCl_3

NH_3
N_2H_4

Нитрогенильные комплексы [7]
$[M(N_2)(NH_3)_5]Cl_2$,
M^{II} = Ru, Os, крист., желт., диамагн., уст. к H_2O и O_2
$[M(N_2)(PR_3)_3]$,
M^0 = Co, Ni
$[Os(N_2)(PR_3)_3Cl_2]$
$[Ti(N_2)(C_5H_5)_2]_2$,
$+ RMg\Gamma \longrightarrow NH_3 + ...$
$[W(N_2)_2(PR_3)_4]$,
гр. [N≡N: → M] линейна, N—N 1.12–1.6, ∠MNN 177–179
$[(NH_3)_5RuN\equiv]_2X_4$,
N—N (мост.) 1.25, $\nu N \equiv N$ 2050–2150
$K[Co(N_2)(PR_3)_3]$
$[(PR_3)_3Fe(N_2)H_2]$
$[Na(Thf)][V(N_2)_2(PR_3)_2]$

3 – **2 –** **1 –** **1/3 –** **0**

[H↑]

HI; HCl + Pt(–N_2)

HNO_3

HI; H_2SO_3; Fe^{2+}

$[NH_4]^+$, тетраэдр (sp^3)
$H^+ \uparrow\downarrow OH^-$
:NH_3, ψ-тетраэдр, сл. восст.

[H↑]; Sn^{2+}

OCl^-

$[N_2H_5]^+$
$H^+ \uparrow\downarrow OH^-$
:N_2H_4, сильн. восст., 2 пересекающихся ψ-тетраэдра

$[NH_3OH]^+$, тетраэдр, окисл.
$H^+ \uparrow\downarrow OH^-$
:NH_2OH, ψ-тетраэдр, сильн. восст.

HN_3, оч. сильн. окисл., $K = 10^{-5}$
$H^+ \uparrow\downarrow OH^-$
$[N_3]^-$, симметричный линейный анион

HNO_2

N_2↑, р. в H_2O 2% (об.)

(p H > 12)

(p H > 14)

NH_3

OCl^-

:NH_2Cl $\overset{H_2O}{\rightleftarrows}$ NH_3 + HOCl, окисл.

OCl^-; IO_3^-; VO_3^-

Cr^{2+}; V^{2+}

O_2 (–H_2O_2); I_2; Ag^+; Cu^{2+} (–Cu^+)

Ti^{3+}; Mo^{3+}

$V(OH)_2$ + $Mg(OH)_2$; $Cr(OH)_2$