

423. Составьте сокращенные ионно-молекулярные уравнения следующих химических реакций, протекающих в разбавленных растворах, и рассчитайте их  $\Delta H^\circ$ .  $\text{CaCl}_{2(aq)} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)} \rightarrow$ ;  $\text{Ba(NO}_3)_2(aq) + \text{K}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow$ ;  $\text{K}_2\text{CO}_{3(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow$ ;  $\text{BaCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow$ . (Отв. -53,9; -111,8; -108,9; -39,9)
424. Составьте сокращенные ионно-молекулярные уравнения реакций окисления, протекающих в разбавленных растворах, и рассчитайте их  $\Delta H^\circ$ .  $\text{K}_2\text{S}_{2}\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow$ ;  $\text{AlCl}_3(aq) + \text{K}_2\text{CO}_3(aq) + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow$ . (Отв. -3,6; 64,6)
425. Исходя из теплот образования оксидов железа (II) и железа (III), вычислите  $\Delta H^\circ$  реакции окисления оксида железа (II) до оксида железа (III), предполагая получение 1 моль последнего. (Отв. -293,9)
426. Реакция описывается уравнением:  $\text{C}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_{(г)} + \text{H}_2_{(г)}$ . Вычислите тепловой эффект реакции получения 0,5 м<sup>3</sup> (н.у.) водяного газа ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ). (Отв. 2931)
427. В продуктах реакции  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_{3(т)}$  с  $\text{HCl}_{(г)}$  обнаружено 5,6 л  $\text{CO}_2$  (н.у.), а измеренный  $\Delta H^\circ$  реакции составил -28,38 кДж. Вычислите  $\Delta H^\circ$  образования гидрокарбоната меди (II). (Отв. -1048)
428. Растворение  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  сопровождается выделением теплоты:  $\text{Na}_2\text{SO}_{4(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} = \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)}$ ;  $\Delta H^\circ = -2,9$  кДж, в то время как при растворении кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  происходит поглощение теплоты:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} = \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)}$ ,  $\Delta H^\circ = 78,7$  кДж. Чем объяснить, что растворение одного вещества сопровождается выделением теплоты, другого - поглощением? Вычислите  $\Delta H^\circ$  гидратации  $\text{Na}_2\text{SO}_{4(т)}$ .
429. Решите задачи 415 и 417, предскажите, как изменится энтропия. Вычислите  $\Delta S^\circ$  каждого преара-

463.  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$   
 464.  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$   
 465.  $\text{Cl}_2 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{COCl}_2$   
 466.  $\text{F}_2 + 2\text{ClO}_2 \rightleftharpoons 2\text{FCIO}_2$

467-476. Вычислите скорость химической реакции в начальный момент и в момент, когда прореагирует 40% вещества А, если концентрации вступающих в реакцию принять равными 0,5 моль/л. Константы скорости реакции k при различных температурах T приведены в заданиях.

№ задачи	Реакция	k	T, K	Вещество А	Отв. $V_2$ , л/(моль·с)
467	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$	1,81 л/(моль·с)	600	$\text{NO}_2$	0,163
468	$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$	0,016 л/(моль·с)	667	$\text{I}_2$	0,001
469	$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$	0,067 л/(моль·с)	699	$\text{H}_2$	0,006
470	$2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$	$0,26 \cdot 10^{-1}$ л/(моль·с)	667	$\text{HI}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$
471	$2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$	$1,24 \cdot 10^{-1}$ л/(моль·с)	699	$\text{HI}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$
472	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6$	$1,77 \cdot 10^{-2}$ л/(моль·с)	787	$\text{C}_2\text{H}_4$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
473	$\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2 + 1/2\text{O}_2$	$5,7 \cdot 10^{-2}$ с <sup>-1</sup>	1085	$\text{N}_2\text{O}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$
474	$\text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{Cl}_2$	$4,57 \cdot 10^{-3}$ с <sup>-1</sup>	552	$\text{SO}_2\text{Cl}_2$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
475	$\text{H}^+_{(р-р)} + \text{F}^-_{(р-р)} \rightleftharpoons \text{HF}_{(р-р)}$	$1 \cdot 10^{11}$ л/(моль·с)	298	$\text{H}^+$	$9 \cdot 10^3$
476	$\text{HF}_{(р-р)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(р-р)} + \text{F}^-_{(р-р)}$	$8 \cdot 10^7$ л/(моль·с)	298	$\text{HF}$	$2,4 \cdot 10^7$

во сколько раз изменится скорость реакции, если температура изменится на 10 К и температурный коэффициент

... состоянии парциальные давления  $\text{PCl}_5$  и  $\text{PCl}_3$  составляют соответственно  $0,4521 \cdot 10^5$  и  $0,1682 \cdot 10^5$  Па. Равновесное давление иодоводорода равно  $0,3222 \cdot 10^5$  Па. Вычислите равновесные парциальные давления  $\text{H}_2$  и  $\text{I}_2$  и константу равновесия. (Отв.  $2,9 \cdot 10^4$ ;  $7,1 \cdot 10^2$ ;  $50,23$ )

507. Равновесная газовая смесь  $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$  содержит 30%  $\text{Cl}_2$  по объему при  $101,3$  кПа. Вычислите парциальное давление  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{Cl}_2$  и константу равновесия. (Отв.  $4 \cdot 10^4$  и  $3 \cdot 10^4$  Па;  $2,25 \cdot 10^2$ )

508-512. Для гомогенных реакций с заданными константами равновесия  $K_p$  и начальной концентрацией исходного вещества вычислите равновесные концентрации реагентов, моль/л:

№ задачи	Реакция	$K_p$	$C_0$ , моль/л	Ответ моль/л
508	$\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$	5,45	0,74	0,08; 0,66
509	$\text{C}_2\text{H}_6 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$	2,46	1,65	0,52; 1,13
510	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$	7,65	2,48	0,51; 1,97
511	$\text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{Cl}_2$	4,58	1,32	1,25; 1,07
512	$\text{SO}_2\text{F}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{F}_2$	3,82	2,59	0,82; 1,77

513. При  $973$  К константа равновесия реакции с участием газов  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$  равна 1. Вычислите равновесную концентрацию  $\text{CO}_2$ , если в сосуд объемом  $5$  л ввели  $2$  моль  $\text{CO}$  и  $2$  моль  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{жид})}$ .

514. Вычислите массу образующегося по реакции  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{I}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{г})}$  йодоводорода, если в сосуд объемом  $1$  л введено  $0,846$  г  $\text{I}_2$  и  $0,0212$  г  $\text{H}_2$ . Константа равновесия при  $603$  К равна  $50$ .

- |   |  |
|---|--|
| 287. $\text{ZnBr}_2$ и $\text{BeF}_2$   | 301. $\text{BF}_4^-$ и $\text{CO}_3^{2-}$    |
| 288. $\text{BeF}_2$ и $\text{NOCl}$     | 302. $\text{AlF}_3$ и $\text{NO}_3^-$        |
| 289. $\text{BH}_3$ и $\text{COCl}_2$    | 303. $\text{NH}_4^+$ и $\text{ClO}_3^-$      |
| 290. $\text{CF}_4$ и $\text{BrCl}_3$    | 304. $[\text{AlF}_6]^{3-}$ и $\text{SnBr}_4$ |
| 291. $\text{ClO}_4^-$ и $\text{AlBr}_3$ | 305. $\text{SOF}_2$ и $\text{O}_3$           |
| 292. $\text{PCl}_4^+$ и $\text{TeF}_6$  |  |

307-344. Для заданной молекулы представьте графическую формулу. Укажите, между какими атомами образуются  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Используя данные относительной электроотрицательности атомов, дайте характеристику каждой из связей. Какие из связей характеризуются большей степенью полярности? Каков характер диссоциации молекулы в водном растворе и какова предполагаемая геометрическая форма аниона молекулы в растворе?

- | Молекула                     | Молекула                      | Молекула                      |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 307. $\text{H}_2\text{SO}_3$ | 312. $\text{HPO}_3$           | 317. $\text{KClO}_2$          |
| 308. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 313. $\text{Al}(\text{OH})_3$ | 318. $\text{ZnOHNO}_3$        |
| 309. $\text{HNO}_3$          | 314. $\text{NaNO}_2$          | 319. $\text{NaHSiO}_3$        |
| 310. $\text{H}_3\text{PO}_4$ | 315. $\text{H}_2\text{CO}_3$  | 320. $\text{K}_2\text{CrO}_4$ |
| 311. $\text{H}_3\text{BO}_3$ | 316. $\text{NaHCO}_3$         | 321. $\text{CrHPO}_4$         |

539. 60 г  $K_2Cr_2O_7$  в 315 г воды при 20 °С. (Отв. 0,21)
540. 80 г  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  в 315 г воды при 20 °С. (Отв. 0,21)
541. 120 г  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$  в 550 г воды при 50 °С. (Отв. 0,21)
- 542-544. Рассчитайте молярную и молярную концентрацию раствора.
542.  $Cd(NO_3)_2$ , 16%-ного плотностью 1,1468 г/см<sup>3</sup>. (Отв. 0,81 и 0,78)
543.  $CH_3COONH_4$ , 20%-ного плотностью 1,0368 г/см<sup>3</sup>. (Отв. 3,24 и 2,69)
544.  $CrCl_3$ , 14%-ного плотностью 1,1316 г/см<sup>3</sup>. (Отв. 1,03 и 1,0)
- 545-547. Вычислите массовое соотношение растворенного вещества и растворителя:
545. в 250 г 12%-ного раствора  $ZnCl_2$ . (Отв. 1:7,3)
546. в 350 г 33%-ного раствора  $H_2CrO_4$ . (Отв. 1:2)
547. в 450 г 28%-ного раствора  $K_3PO_4$ . (Отв. 1:2,6)
- 548-550. Вычислите массу (в г) 12%-ного раствора (по безводному веществу), полученного растворением в воде:
548. 50 г  $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$  при 60 °С. (Отв. 226,2)
549. 150 г  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$  при 25 °С. (Отв. 633,6)
550. 100 г  $(NH_4)_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$  при 60 °С. (Отв. 456,8)
- 551-553. Вычислите массу воды и растворяемого вещества (в г), которые потребуются для приготовления 1 л 8%-ного раствора:
551.  $K_2Cr_2O_7$  (плотность при 20 °С 1,0554 г/см<sup>3</sup>). (Отв. 971 и 84)
552.  $Na_3AsO_4$  (плотность при 17 °С 1,0892 г/см<sup>3</sup>). (Отв. 1002 и 87)
553.  $NaNO_2$  (плотность при 15 °С 1,0532 г/см<sup>3</sup>). (Отв. 969 и 84)
- 554-556. Вычислите повышение концентрации 8%-ного раствора соли, если объем приготовленного раствора при выпаривания воды уменьшится.

731-754. Используя значения  $K_a$  и  $K_b$  кислот и оснований,  $K_{sp}$  малорастворимых электролитов,  $K_{пл}$  комплексных ионов, составьте ионно-

ларные и ионные уравнения реакций, протекающих в водных растворах между веществами, и объясните направление протекания реакции в соответствии с правилами Бертелле - Михайленко.

- 731.  $K_2S$  и  $HCl$ ,  $FeSO_4$  и  $(NH_4)_2S$ ,  $NH_4OH$  и  $HCl$ .
- 732.  $NaHCO_3$  и  $NaOH$ ,  $K_2SiO_3$  и  $HCl$ ,  $CaCl_2$  и  $H_2SO_4$ .
- 733.  $Al(OH)_3$  и  $H_2SO_4$ ,  $FeCl_3$  и  $KOH$ ,  $K_2SO_3$  и  $H_2SO_4$ .
- 734.  $CuSO_4$  и  $H_2S$ ,  $BaCO_3$  и  $HNO_3$ ,  $[Zn(NH_3)_4]SO_4$  и  $KCN$ .
- 735.  $BeSO_4$  и  $KOH$ ,  $NH_4Cl$  и  $Ba(OH)_2$ ,  $AgCl$  и  $Na_2S_2O_3$ .
- 736.  $NH_4Cl$  и  $KOH$ ,  $CO_2$  и  $Ca(OH)_2$ ,  $CH_3COOK$  и  $HCl$ .
- 737.  $CaSO_4$  и  $NH_4OH$ ,  $ZnCl_2$  и  $NaOH$ ,  $NaCl$  и  $AgNO_3$ .
- 738.  $BaCrO_4$  и  $NaH_2PO_4$ ,  $CuSO_4$  и  $Na_2S_2O_3$ ,  $Ba(OH)_2$  и  $HCl$ .
- 739.  $NH_4NO_3$  и  $NaOH$ ,  $Cr(OH)_3$  и  $NaOH$ ,  $AgCl$  и  $HCl$ .
- 740.  $Na_2SiO_3$  и  $HNO_3$ ,  $[Ag(NH_3)_2]Cl$  и  $Na_2S_2O_3$ ,  $K_2S$  и  $HCl$ .
- 741.  $KHCO_3$  и  $H_2SO_4$ ,  $Zn(OH)_2$  и  $HCl$ ,  $Ca(OH)_2$  и  $H_2S$ .
- 742.  $BaS$  и  $H_2SO_4$ ,  $Al(OH)_3$  и  $HCl$ ,  $CaCl_2$  и  $Na_2SO_4$ .
- 743.  $HCl$  и  $KOH$ ,  $CaCl_2$  и  $NH_4OH$ ,  $Zn(OH)Cl$  и  $NaOH$ .
- 744.  $Na_2S$  и  $HCl$ ,  $CaCl_2$  и  $AgNO_3$ ,  $Zn(OH)_2$  и  $NaOH$ .
- 745.  $Na_2CO_3$  и  $HCl$ ,  $KCN$  и  $CH_3COOH$ ,  $Zn(OH)_2$  и  $NaOH$ .
- 746.  $Cr(OH)_3$  и  $KOH$ ,  $K_2SiO_3$  и  $HCl$ ,  $MgCO_3$  и  $H_2SO_4$ .
- 747.  $PbCl_2$  и  $K_2CO_3$ ,  $CO_2$  и  $KOH$ ,  $Mg(OH)_2$  и  $H_2SO_4$ .
- 748.  $Sn(OH)_2$  и  $HCl$ ,  $Be(OH)_2$  и  $KOH$ ,  $MgCO_3$  и  $CO_2$ .
- 749.  $Na_2[Zn(OH)_4]$  и  $H_2S$ ,  $KCN$  и  $HNO_3$ ,  $Cr(OH)_3$  и  $KOH$ .
- 750.  $Al(OH)_3$  и  $HCl$ ,  $CaCO_3$  и  $CO_2$ ,  $NH_4Cl$  и  $KOH$ .
- 751.  $KHCO_3$  и  $H_2SO_4$ ,  $CuSO_4$  и  $BaS$ ,  $Ba(OH)_2$  и  $H_2SO_4$ .
- 752.  $AgNO_3$  и  $ZnSO_4$ ,  $NH_4OH$  и  $H_2S$ ,  $AgCl$  и  $NaI$ .
- 753.  $BaS$  и  $Na_2SO_4$ ,  $KCl$  и  $Pb(NO_3)_2$ ,  $SO_2$  и  $NaOH$ .
- 754.  $CaCrO_4$  и  $NaF$ ,  $CaCl_2$  и  $Na_3PO_4$ ,  $NaCN$  и  $CH_3COOH$ .

755-775. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые могут быть представлены ионными уравнениями:

- 755.  $Mg^{2+} + CO_3^{2-} = MgCO_{3(s)}$ ,  $H^+ + OH^- = H_2O$ .
- 756.  $Cu^{2+} + S^{2-} = CuS_{(s)}$ ,  $SiO_3^{2-} + 2H^+ = H_2SiO_3$ .
- $Pb(OH)_{2(s)} + 2OH^- = [Pb(OH)_4]^{2-}$ .
- 757.  $H^+ + OH^- = H_2O$ ,  $S^{2-} + 2H^+ = H_2S_{(g)}$ .
- $2Mg^{2+} + 2CO_3^{2-} + H_2O = [Mg(OH)]_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)}$ .
- 758.  $NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$ ,  $NH_4OH + H^+ = NH_4^+ + H_2O$ .

753.  $BaS$  и  $Na_2SO_4$ ,  $CaCl_2$  и  $Na_3PO_4$ ,  $NaCN$  и  $CH_3COOH$ .

754.  $CaCrO_4$  и  $NaI$ ,  $CaCl_2$  и  $Na_3PO_4$ ,  $NaCN$  и  $CH_3COOH$ .

755-775. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые могут быть представлены ионными уравнениями:

- 755.  $Mg^{2+} + CO_3^{2-} = MgCO_{3(s)}$ ,  $H^+ + OH^- = H_2O$ .
- $3HCO_3^- + H_3PO_4 = PO_4^{3-} + 3H_2O + 3CO_{2(g)}$ ,  $SiO_3^{2-} + 2H^+ = H_2SiO_3$ .
- 756.  $Cu^{2+} + S^{2-} = CuS_{(s)}$ ,  $S^{2-} + 2H^+ = H_2S_{(g)}$ .
- $Pb(OH)_{2(s)} + 2OH^- = [Pb(OH)_4]^{2-}$ .
- 757.  $H^+ + OH^- = H_2O$ ,  $NH_4OH + H^+ = NH_4^+ + H_2O$ .
- $2Mg^{2+} + 2CO_3^{2-} + H_2O = [Mg(OH)]_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)}$ .
- 758.  $NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$ ,  $NH_4OH + H^+ = NH_4^+ + H_2O$ .
- $PO_4^{3-} + H_2O \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + OH^-$ .
- 759.  $Pb^{2+} + 2I^- = PbI_{2(s)}$ ,  $Cu^{2+} + 4NH_{3(aq)} = [Cu(NH_3)_4]^{2+}$ .
- $2OH^- + H_3PO_4 = PO_4^{3-} + 2H_2O$ .
- 760.  $NH_4^+ + H^+ = NH_4^+$ ,  $CuO + 2H^+ = Cu^{2+} + H_2O$ .

761.  $CO_{2(g)} + OH^- = HCO_3^-$

762.  $Ag^+ + Cl^- = AgCl_{(s)}$

763.  $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H_3O^+$

764.  $Ag^+ + 2S_2O_3^{2-} = [Ag(S_2O_3)_2]^-$

765.  $S^{2-} + 2H^+ = H_2S_{(g)}$

766.  $Zn^{2+} + 4OH^- = [Zn(OH)_4]^{2-}$

767.  $AgCl_{(s)} + I^- = AgI_{(s)} + Cl^-$

768.  $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$

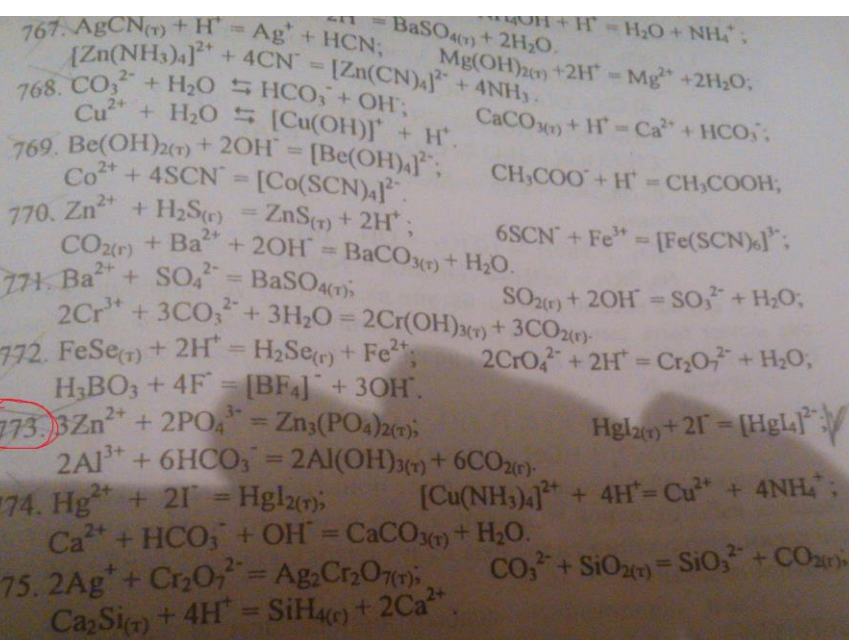
769.  $Be(OH)_{2(s)} + 2OH^- = [Be(OH)_4]^{2-}$

770.  $Zn^{2+} + H_2S = ZnS_{(s)} + 2H^+$

771.  $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_{4(s)}$

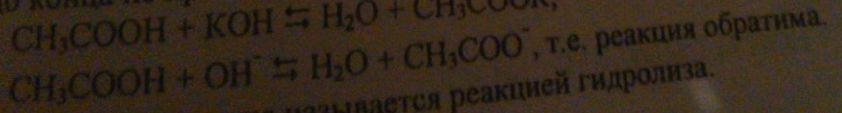
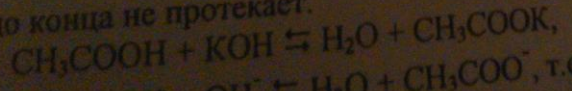
772.  $FeS_{(s)} + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2S_{(g)}$

773.  $Zn^{2+} + CO_3^{2-} = ZnCO_{3(s)}$



### 10.3. Гидролиз солей

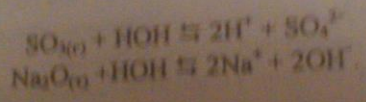
В том случае, когда в реакцию вступают слабые электролиты, реакция до конца не протекает.



Такая реакция называется реакцией гидролиза.

Из определения  $h$ :  $h = C_{\text{соль}} / C_{\text{осн}}$  следует, что  $[\text{HNO}_2] = h \cdot c_{\text{осн}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 1,2 \cdot 10^{-6}$  моль/л.  
 Из уравнения гидролиза  $[\text{HNO}_2] = [\text{OH}^-]$ , следовательно,  $[\text{OH}^-] = 1,2 \cdot 10^{-6}$  моль/л.  
 $\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg(1,2 \cdot 10^{-6}) = 5,92$ .  
 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5,92 = 8,08$ .

В заключение следует заметить, что явление гидролиза наблюдается не только для солей, но и для ряда других соединений, реагирующих с ионами воды подобно солям (приводится ионная форма записи):



#### Задачи

776-799. Какие из приведенных солей подвергаются гидролизу и почему? Составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза и укажите значение pH раствора (больше или меньше 7). Для подчеркнутой соли определите константу  $K_h$  и степень  $h$  гидролиза, а также значение pH в 0,01 М растворе:

- |  |  |
|--|--|
| 776. $\text{K}_2\text{S}$ , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{KCl}$ .      | 788. $\text{HCOOK}$ , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ , $\text{KClO}_4$ |
| 777. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{MnCl}_2$ , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ | 789. $\text{CaS}$ , $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , $\text{KI}$           |
| 778. $\text{KCN}$ , $\text{CaCl}_2$ , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$             | 790. $\text{NaSCN}$ , $\text{NaI}$ , $\text{FeCl}_3$                 |

- S.  
O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
O<sub>4</sub>  
SO<sub>4</sub>  
S.  
O<sub>3</sub>  
Br.  
Cl<sub>2</sub>  
O<sub>4</sub>
791.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , RbI,  $\text{CrCl}_3$ .  
792.  $\text{KCN}$ ,  $\text{Cr}_2\text{S}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .  
793.  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{KSCN}$ ,  $\text{CaS}$ .  
794.  $\text{BeSO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ .  
795.  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KNO}_3$ .  
796.  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Pb(NO}_3)_2$ ,  $\text{KClO}_4$ .  
797.  $\text{KAl(SO}_4)_2$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{LiNO}_3$ .  
798.  $\text{NaBrO}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SrCl}_2$ .  
799.  $\text{Cr(NO}_3)_3$ ,  $\text{KIO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

молекулярные и ионные уравнения реакций со-  
гидролиза солей и объясните механизм их проте-

- →  
OK →
810.  $\text{CrCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$   
811.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$   
812.  $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
813.  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{K}_2\text{HPO}_4 \rightarrow$   
814.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow$

779.  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{BaS}$ .  
780.  $\text{Li}_2\text{S}$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2$ .  
781.  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ .  
782.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .  
783.  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Rb}_2\text{S}$ .  
784.  $\text{AlBr}_3$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .  
785.  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{RbBr}$ .  
786.  $\text{Pb(NO}_3)_2$ ,  $\text{NaCN}$ ,  $\text{BaCl}_2$ .  
787.  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ .
791.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , RbI,  $\text{CrCl}_3$ .  
792.  $\text{KCN}$ ,  $\text{Cr}_2\text{S}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .  
793.  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{KSCN}$ ,  $\text{CaS}$ .  
794.  $\text{BeSO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ .  
795.  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KNO}_3$ .  
796.  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Pb(NO}_3)_2$ ,  $\text{KClO}_4$ .  
797.  $\text{KAl(SO}_4)_2$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{LiNO}_3$ .  
798.  $\text{NaBrO}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SrCl}_2$ .  
799.  $\text{Cr(NO}_3)_3$ ,  $\text{KIO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

800-819. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций со-  
вместного необратимого гидролиза солей и объясните механизм их проте-  
кания:

800.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
801.  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{HPO}_4 \rightarrow$   
802.  $\text{NH}_4\text{ClO}_4 + \text{CH}_3\text{COOK} \rightarrow$   
803.  $\text{Al(OH)}_2\text{Cl} + \text{HCOOK} \rightarrow$   
804.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
805.  $\text{MgCl}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
806.  $\text{CrOH}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
807.  $\text{FeCl}_3 + \text{HCOOK} \rightarrow$   
808.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow$   
809.  $\text{Al(OH)Cl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
810.  $\text{CrCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$   
811.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$   
812.  $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
813.  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{K}_2\text{HPO}_4 \rightarrow$   
814.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow$   
815.  $\text{MgSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$   
816.  $\text{Al(NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$   
817.  $\text{Pb(NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$   
818.  $\text{Cr(NO}_3)_3 + \text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow$   
819.  $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ РЕАКЦИИ

$$2\text{Cr}^{3+} - 6e + 16\text{OH}^- = \text{M}_{\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3} = \text{M}_{\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3} / n = 392/6 = 65,3 \text{ г/моль}$$

### Задачи

820-839. Какие из приведенных ниже систем представляют процесс окисления, а какие - восстановления? Укажите число электронов, участвующих в этих процессах. С помощью таблицы стандартных потенциалов сопряженных окислительно-восстановительных пар составьте для этих процессов возможные уравнения полуреакций, указав среду и их стандартные электродные потенциалы.

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 820. $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}_4^-$ ;                 | $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}$ ;                 | $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$        |
| 821. $\text{ZnO}_2^{2-} \rightarrow \text{Zn}$ ;                   | $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ; | $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NH}_4^+$         |
| 822. $\text{IO}_3^- \rightarrow \text{I}_2$ ;                      | $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ ;         | $\text{Cl}^- \rightarrow \text{ClO}_3^-$          |
| 823. $\text{SbO}_2^- \rightarrow \text{Sb}$                        | $\text{MoO}_4^{2-} \rightarrow \text{Mo}$ ;             | $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2$              |
| 824. $\text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$ ;      | $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ;             | $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+}$            |
| 825. $\text{Ni}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_3$ ; | $\text{BrO}^- \rightarrow \text{Br}^-$ ;                | $\text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Al}$            |
| 826. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$ ;    | $\text{NO} \rightarrow \text{HNO}_2$ ;                  | $\text{Re} \rightarrow \text{ReO}_4^-$            |
| 827. $\text{ClO}_4^- \rightarrow \text{Cl}^-$ ;                    | $\text{I}_2 \rightarrow 2\text{IO}_3^-$ ;               | $\text{Hg}^{2+} \rightarrow \text{Hg}$            |
| 828. $\text{MnO}_4^{2-} \rightarrow \text{MnO}_4^-$ ;              | $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ;             | $\text{V}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{VO}^{2+}$ |
| 829. $\text{AsO}_2^- \rightarrow \text{AsO}_4^{3-}$ ;              | $\text{Sn}^{4+} \rightarrow \text{Sn}^{2+}$ ;           | $\text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3$    |
| 830. $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{Pb}^{2+}$ ;                   | $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$ ;             | $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{2+}$       |
| 831. $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$ ;                | $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ ;                   | $\text{P} \rightarrow \text{PH}_3$                |
| 832. $\text{ClO}_4^- \rightarrow \text{ClO}_3^-$ ;                 | $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ;           | $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$      |
| 833. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$ ;   | $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$ ;                | $\text{MoO}_4^{2-} \rightarrow \text{Mo}$         |
| 834. $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$ ;              | $\text{Co}^{3+} \rightarrow \text{Co}^{2+}$ ;           | $\text{SiO}_3^{2-} \rightarrow \text{Si}$         |

$$M_{\text{Cu}} = \frac{32 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3000}{96500} = 14,3$$

Для вычисления  $V_{\text{O}_2}$ , выделившегося на аноде, воспользуемся законом эквивалентов:

$$M_{\text{Cu}} / M_{\text{O}_2} = V_{\text{O}_2} / V_{\text{Cu}} \Rightarrow V_{\text{O}_2} = m_{\text{Cu}} V_{\text{O}_2} / M_{\text{O}_2}$$

$$V_{\text{O}_2} = V_{\text{M}} / 4 = 22,4 / 4 = 5,6 \text{ л.}$$

$$V_{\text{O}_2} = (14,3 \cdot 5,6) / 32 = 2,5 \text{ л.}$$

### Задачи

887-901. Вычислите ЭДС, напишите уравнения катодного и анодного процессов, составьте электрохимическую схему гальванического элемента из указанных ниже электродов, помещенных в соответствующие растворы.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 887. $\text{Ag} \mid 0,001\text{M AgNO}_3$ | и | $\text{Pt, H}_2 \mid 1\text{н H}_2\text{SO}_4$ |
| 888. $\text{Mn} \mid 0,001\text{M MnCl}_2$ | и | $\text{Mg} \mid 0,1\text{M MgCl}_2$            |
| 889. $\text{Ni} \mid 0,01\text{M NiCl}_2$  | и | $\text{Cu} \mid 0,001\text{M CuCl}_2$          |

890.	Ag		0,1M AgNO <sub>3</sub>	и	Ag		0,0001M AgNO <sub>3</sub>
891.	Fe		0,1M FeSO <sub>4</sub>	и	Al		0,001M Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
892.	Mg		0,1M MgSO <sub>4</sub>	и	Mg		0,001M MgSO <sub>4</sub>
893.	Pt, H <sub>2</sub>		0,01M HCl	и	Pt, H <sub>2</sub>		1M HCl
894.	Pt, H <sub>2</sub>		HCl, pH = 6	и	Pt, H <sub>2</sub>		1M HCl
895.	Pt, H <sub>2</sub>		HCl, pH = 4	и	Pt, H <sub>2</sub>		1M HCl
896.	Pt, H <sub>2</sub>		HCl, pH = 3	и	Pt, H <sub>2</sub>		1M HCl
897.	Zn		0,01M ZnSO <sub>4</sub>	и	Zn		0,1M ZnSO <sub>4</sub>
898.	Cd		0,001M CdSO <sub>4</sub>	и	Cr		0,1M Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
899.	Co		0,01M Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	и	Pb		0,1M Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
900.	Sn		0,01M Sn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	и	Ag		0,1M AgNO <sub>3</sub>
901.	Pt, H <sub>2</sub>		1M HCl	и	Au		0,1M AuNO <sub>3</sub>

902-907. При работе данного гальванического элемента в стандартных условиях масса анода уменьшилась на 0,375 г. Какое количество электричества получено при этом?

902.	Zn		ZnSO <sub>4</sub>		FeSO <sub>4</sub>		Fe
			Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		AgNO <sub>3</sub>		Ag
							Cu