

11 КЛАСС

Всего: 35,5 баллов

1. Раствор кристаллов некоторой соли зеленого цвета дает с нитратом бария белый осадок, не растворимый в кислотах. При действии раствора гидроксида натрия из раствора этой соли выпадает осадок зеленоватого цвета, который под влиянием воздуха приобретает коричневатую окраску. Установлено также, что исходная соль представляет собой кристаллогидрат, раствор которого взаимодействует с подкисленным раствором дихромата калия. Обнаружено, что 16,68 г этой соли в растворе, подкисленном серной кислотой, взаимодействует с дихроматом калия массой 2,94 г. Установите формулу этой соли и назовите ее.

(8 баллов)

2. Для получения третичных алифатических аминов в промышленности используют реакцию А. Гофмана (1849 г.) – алкилирование аммиака алкилбромидами под давлением. На химическом заводе провели такую реакцию с низшими алкилбромидами, в результате которой получается смесь продуктов – триметиламин, диметиламин, метиламин и непрореагировавший аммиак.

- 1) Предложите идею выделения триметиламина из этой смеси.
- 2) Составьте химические реакции, на основе которых происходит разделение.
- 3) Предложите способ разделения веществ после химической модификации.

(5 баллов)

3. При сжигании 1,06 г жидкого органического вещества *X* (выделяющегося при коксовании угля) получено 0,90 г воды и 3,52 г диоксида углерода. Плотность паров вещества *X* в 3,79 раза выше плотности азота (при одинаковых условиях).

При окислении вещества *X* горячей смесью CrO_3 и H_2SO_4 образуется кристаллическое вещество *A*, растворимое в водных растворах NaOH и NaHCO_3 . При нагревании соединения *A* отщепляет молекулу воды и переходит в соединение *B*. Оба вещества *A* и *B* взаимодействуют при нагревании с избытком пропанола-1 (в присутствии концентрированной H_2SO_4) с образованием одного и того же продукта *B*.

- 1) Установите соединения *X*, *A*, *B*, *B* и назовите их. Свой ответ подтвердите расчетами.
- 2) Предложите формулы изомеров для вещества *X* и их названия.
- 3) Запишите уравнения окисления для вещества *X*, взаимодействия вещества *A* со щелочью и гидрокарбонатом натрия, а также реакции дегидратации.
- 4) Составьте уравнения реакций веществ *A* и *B* со спиртом.

(10,5 баллов)

4. Альдегид *B* является гомологом, следующим за альдегидом *A* в гомологическом ряду альдегидов. В 100 г 23 %-ного водного раствора альдегида *A* добавили 19 г альдегида *B*. Из полученного раствора отобрали порцию массой 2 г и добавили к ней избыток водно-аммиачного раствора нитрата серебра. В результате реакции образовалось 4,35 г серебра.

Определите расчетным путем, о каких альдегидах идет речь, и напишите для них уравнение реакции с водно-аммиачным раствором нитрата серебра.

(7 баллов)

5. В топке печи сгорает каменный уголь, содержащий 65 % углерода. В топочных газах содержится 13 об. % CO_2 и 1 об. % CO , остальное азот и кислород.

1) Напишите термохимические уравнения соответствующих реакций.

2) Определите теплоту сгорания 1 кг каменного угля, если теплота образования CO_2 равна 393,5 кДж/моль, а теплота образования CO равна 110,5 кДж/моль.

3) Какое количество каменного угля необходимо сжечь для нагрева 1 м³ воды до температуры кипения, если начальная температура воды 20 °С, ее удельная теплоемкость 4,18 Дж/г·град. Плотность воды 1 г/см³.

(5 баллов)

Приложение 1

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008																		2 He 4,003
2	3 Li 6,941	4 Be 9,012												5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
3	11 Na 22,990	12 Mg 24,305												13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
4	19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956		22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906		40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc 98,906	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,91	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	*	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	**	104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113 Uut [284]	114 Fl [289]	115 Uup [288]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]

*	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
**	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

Приложение 2

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

анион катион	OH ⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	SiO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
H ⁺		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH ₄ ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag ⁺	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
Ba ²⁺	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca ²⁺	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg ²⁺	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu ²⁺	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co ²⁺	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg ²⁺	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb ²⁺	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe ³⁺	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al ³⁺	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
Cr ³⁺	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn ²⁺	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn ²⁺	H	P	H	P	P	H	H	H	P	H	H	H	P

P - растворимо M - малорастворимо (< 0,1 M) H - нерастворимо (< 10⁻⁴ M) – не осаждается из водного раствора