ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2016–2017 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

1. (10 баллов) Правые части

По правой части с коэффициентами восстановите формулы веществ и коэффициенты в левой части уравнений реакций:

а) … + … + … = $2Na_2CrO_4 + 3NaNO_2 + 2CO_2$

б) … + … = $Na_2Cr_2O_7 + 2NaCl + H_2O$

в) … + … + … = $2Na_3[Cr(OH)_6] + 3S + 4NaOH$

г) … + … = $2CrBr_3 + 3Br_2 + 7H_2O + 2NaBr$

д) … + … = $K_3[Cr(OH)_6] + 2K_2SO_4$

е) **…** + **…** = $2Cr(OH)_3 + H_2CrO_4 + 12HF$

ж) **…** + **…** = $Cr_2(SO_4)_3 + SO_2 + 2H_2O + 4HCl$

з) **…** + **…** = $2Na_3[Cr(OH)_6] + 3Na_2S$

и) **…** + **…** = $2CrCl_3 + 12CO$

к) **…** + **…** = $2Na_2CrO_4 + H_2O$

2. (10 баллов) Активное ароматическое соединение

Ароматическое соединение **А** состава C_7H_8O взаимодействует со щелочами, растворяясь в них, даёт окрашивание с хлоридом железа(III), реагирует с ацетилхлоридом и, при осторожном окислении, даёт продукт состава $C_7H_6O_3$. Продукт окисления соединения **А** при нитровании образует, преимущественно, один изомер.

1. Приведите структурные формулы всех ароматических соединений состава C_7H_8O.

2. Определите, какая из приведённых структур соответствует соединению **А**? Обоснуйте свой выбор.

3. Напишите уравнения реакций взаимодействия соединения **А** с гидроксидом натрия, ацетилхлоридом, с подкисленным раствором перманганата калия, а также уравнение реакции нитрования продукта окисления соединения **А.**

© ГАОУ ДПО ЦПМ. Публикация в Интернете или печатных изданиях без письменного согласия ГАОУ ДПО ЦПМ запрещена.

3. (10 баллов) Расчёт состава газовой смеси

Смесь ацетилена, этилена и водорода, имеющая относительную плотность по водороду 4,4, содержит 25 % водорода как элемента (по массе).

1. Определите объёмные доли газов в исходной смеси.
2. Напишите уравнения реакций гидрирования углеводородов, составляющих исходную газовую смесь.
3. Определите объёмные доли газов в смеси, полученной после пропускания исходной газовой смеси над никелевым катализатором. (Считайте выход реакций гидрирования равным 100 %.)

4. (10 баллов) Органическое основание

Органическое соединение **X**, содержащее 11,57% азота (по массе), часто применяется в органическом синтезе в качестве основания. О реакционной способности соединения **X** известно следующее: при взаимодействии соединения **X** с хлором на свету образуется смесь двух монохлорпроизводных, при реакции с бромом в присутствии бромида железа(III) образуется единственное монобромпроизводное, а окисление **X** горячим подкисленным раствором перманганата калия происходит без выделения газа.

1. Установите структуру соединения **X** и приведите его систематическое название.
2. Напишите уравнения всех описанных реакций.
3. Приведите уравнение реакции соединения **X** с соляной кислотой.

5. (10 баллов) Превращения азотсодержащих соединений

Взаимодействие вещества **K**, содержащего 15,38% азота (по массе), с водородом на палладиевом катализаторе приводит к образованию вещества **L**, активно применяемого в производстве красителей. Кипячение вещества **L** в безводной уксусной кислоте приводит к образованию белого кристаллического вещества **M**. Взаимодействие вещества **M** со смесью концентрированных азотной и серной кислот при нагревании даёт вещество **N**, при кипячении которого в водном растворе гидроксида натрия образуется продукт **O**, содержащий 20,29% азота (по массе).

1. Укажите структуры веществ **K–O** и приведите уравнения всех упомянутых реакций.
2. Приведите промышленный способ получения вещества **L**.
3. Почему вещество **O** нельзя получить напрямую из вещества **L**?

© ГАОУ ДПО ЦПМ. Публикация в Интернете или печатных изданиях без письменного согласия ГАОУ ДПО ЦПМ запрещена.

6. (10 баллов) Органический эксперимент

Органическое вещество **A** можно получить в лаборатории несколькими способами, два из которых рассмотрены ниже.

Способ 1. В пробирку 1 (см. рис. 1) наливают небольшое количество жидкости **X**, над которой закрепляют раскалённую медную спираль 2. По тонкой трубочке в пробирку вдувают воздух. По газоотводной трубке в пробирку 3 с холодной водой проходят пары, содержащие вещество **A**.

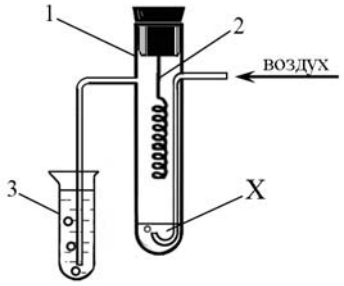


Рис. 1.

Способ 2. В колбу Вюрца 1 (см. рис. 2) помещают кусочки твёрдого вещества $\mathbf{Y_1}$. Из капельной воронки добавляют воду. Как только вода приходит в соприкосновение с поверхностью $\mathbf{Y_1}$, тотчас начинает выделяться бесцветный газ $\mathbf{Y_2}$, который пропускают через раствор сульфата меди в банке 2 для очистки от примесей. В банку 3 предварительно наливают раствор серной кислоты и добавляют оксид ртути(II). При взаимодействии этих веществ образуется катализатор для реакции синтеза **A**. В присутствии данного катализатора газ $\mathbf{Y_2}$ в банке 3 превращается в вещество **A**.

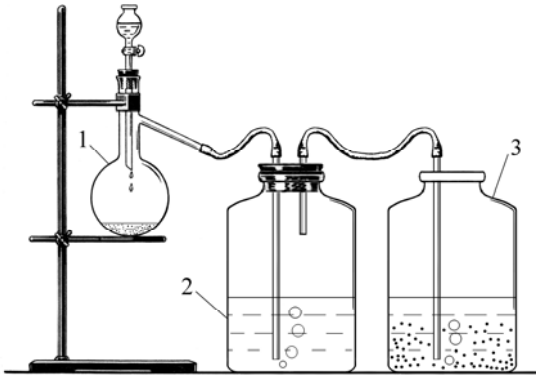


Рис. 2.

℈ ГАОУ ДПО ЦПМ. Публикация в Интернете или печатных изданиях без письменного согласия ГАОУ ДПО ЦПМ запрещена.

1. О получении какого вещества **A** идёт речь в условии задачи?

2. Из какого вещества **X** получают **A** в приборе, показанном на рис. 1? Приведите соответствующее уравнение реакции.

3. Определите вещества $\mathbf{Y_1}$ и $\mathbf{Y_2}$, о которых идёт речь при описании второго способа получения вещества **A**. Составьте соответствующие уравнения реакций. Кто открыл реакцию получения **A** из $\mathbf{Y_2}$?

4. С помощью каких качественных реакций можно доказать образование вещества **A** в ходе описанных опытов? Приведите два примера.

5. По мере пропускания газа в банке 2 образуется осадок чёрного цвета. Предположите, какая реакция протекает в этом промывном сосуде, если известно, что сырьё, используемое в промышленности для получения $\mathbf{Y_1}$, может содержать примесь сульфатов.

6. Часто для получения газа $\mathbf{Y_2}$ на вещество $\mathbf{Y_1}$ действуют не водой, а крепким раствором поваренной соли. Почему?

Максимальное количество баллов за работу – 50.

© ГАОУ ДПО ЦПМ. Публикация в Интернете или печатных изданиях без письменного согласия ГАОУ ДПО ЦПМ запрещена.

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 4,0026																	
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122												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 22,9897	12 Mg 24,3050												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 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559		22 Ti 47,867	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,845	27 Co 58,9332	28 Ni 58,6934	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 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059		40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc 98,9063	44 Ru 101,07	45 Rh 102,9055	46 Pd 106,42	47 Ag 107,868	48 Cd 112,411	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,905	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,9054	56 Ba 137,327	57 La 138,9055	*	72 Hf 178,49	73 Ta 180,9479	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,217	78 Pt 195,078	79 Au 196,966	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	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]						

*	58 Ce 140,116	59 Pr 140,90765	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92534	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93032	68 Er 167,26	69 Tm 168,93421	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
**	90 Th 232,0381	91 Pa 231,03588	92 U 238,0289	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 11

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_3COO^-
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 М) **H** – нерастворимо (< 10^{-4} М) **–** – не существует или разлагается водой