ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ 2015–2016 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.

1. Справа налево

Восстановите левую часть каждого химического уравнения (некоторые коэффициенты уже указаны):

а) ... = $PH_3\uparrow + 3H_3PO_4$

б) ... + ... + ... = $H_2SO_4 + 2HBr$

в) ... + 3...+ ... = $2K[Cr(OH)_4] + 3S\downarrow + 6NH_3\uparrow$

г) 4... + ... = $4CuO + 2Fe_2O_3 + 8SO_2\uparrow$

д) 3... + ... + 6... = $3K_2ZnO_2 + KCl + 3H_2O$

2. Три соли

Смесь трёх солей **A**, **B**, **C** общей массой 59,6 г, образованных одним металлом, прокалили до постоянной массы. При этом выделился газ, при взаимодействии которого с избытком водорода образовалась вода массой 14,4 г. Продукты прокаливания растворили в воде. Полученный раствор обработали нитратом серебра. Выпал белый осадок массой 57,4 г и образовалась растворимая соль **A**. Известно, что соли этого металла окрашивают пламя в фиолетовый цвет. Соли **A** и **B** используют в пиротехнике, а смесь солей **A** и **C** используют в качестве минерального удобрения.

1. Определите формулы солей **A**, **B**, **C**. Дайте по два названия каждой соли.
2. Напишите уравнения реакций.
3. Рассчитайте количество вещества и массу соли **C** в исходной смеси.
4. Кем впервые была получена соль **B**?

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

3. Экспресс-анализ ртути

В настоящее время получили широкое распространение экспресс-методы определения загрязнителей в окружающей среде (воздухе, воде, почве), продуктах питания и т. д. Для определения опасного токсичного вещества – ртути используют следующую методику. Фильтровальную бумагу пропитывают раствором сульфата меди(II). После высушивания бумаги её опрыскивают раствором иодида калия. Бумага окрашивается в бурый цвет. Для обесцвечивания бумаги её помещают в раствор сульфита натрия. Затем бумагу промывают, высушивают и используют для определения содержания соединений ртути Hg^{2+} в растворах. Анализируемый раствор наносят на индикаторную бумагу, и, если в нём содержатся соли ртути, то бумага окрашивается в различные оттенки красного цвета, в зависимости от концентрации ртути. Окраску индикаторной бумаге придаёт соединение $Cu_2[HgI_4]$.

1. Запишите уравнения реакций, протекающих при изготовлении индикаторной бумаги на соли ртути.

2. Какая реакция протекает при действии на индикаторную бумагу ионов ртути Hg^{2+}? Запишите уравнение реакции.

3. Назовите окрашенное соединение и определите степени окисления металлов в нём.

4. Изомерные углеводороды

В последнее десятилетие значительно возрос интерес к производным углеводорода состава $C_{14}H_{12}$, выделенным из различных видов сосны, ели, эвкалиптов, лиственницы и других растений. Эти соединения обладают разнообразной биологической активностью.

Этот углеводород существует в виде двух изомеров – **A** и **B**. Изомер **A** представляет собой светло-жёлтые кристаллы с температурой плавления 124 ^oC. Изомер **B** при обычных условиях – маслообразная жидкость с температурой плавления 6 ^oC. При освещении изомеры **A** и **B** способны переходить друг в друга. Изомер **B** менее устойчив. Один моль каждого изомера может присоединить по 1 моль брома, а при гидрировании в относительно мягких условиях – по 1 моль водорода. При окислении в жёстких условиях оба изомера подвергаются деструкции, в результате чего образуется только одно органическое соединение – бензойная кислота.

1. Определите структурные формулы изомеров **A** и **B**.

2. Составьте схему реакции фотоизомеризации, иллюстрирующую взаимное превращение изомеров **A** и **B** под действием света. Предложите объяснение различной устойчивости изомеров **A** и **B**.

3. Напишите уравнения реакций взаимодействия $C_{14}H_{12}$ с бромом и с водородом, а также уравнение реакции его окисления. Укажите условия протекания и назовите продукты этих реакций, используя правила номенклатуры IUPAC.

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

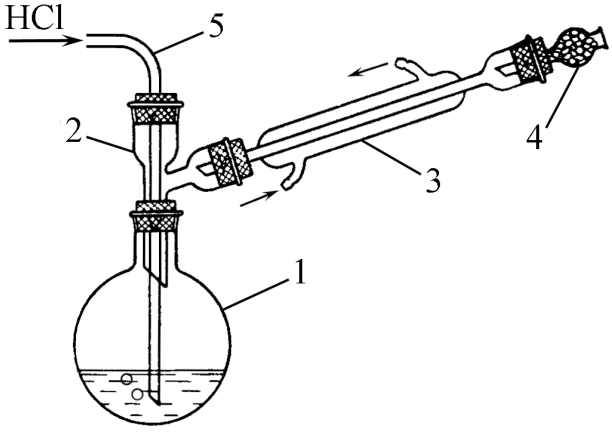
5. Синтез и анализ анилина

В лаборатории синтезировали анилин из нитробензола, используя реакцию Зинина. Продукт синтеза отогнали из реакционной смеси с паром. Оказалось, что отогнанный с паром анилин загрязнён не вступившим в реакцию нитробензолом. Для анализа «сырого» продукта синтеза взяли пробу (1/25 часть по объёму) полученного продукта и сожгли. Газообразные продукты реакции горения пропустили через избыток водного раствора едкого натра. Объём непоглощенного при этом газа составил 0,448 л (н. у.). Такую же пробу «сырого» продукта обработали 25 мл раствора серной кислоты (ρ = 1,14 г/мл; ω = 20 %), при этом выпало 6,88 г осадка.

1. Напишите уравнения реакции восстановления нитробензола сульфидом аммония (реакция Зинина).
2. Перечислите другие восстановители, которые могут быть использованы для получения анилина из нитробензола. Приведите два уравнения реакций нитробензола с восстановителями по Вашему выбору и укажите условия их осуществления.
3. Вычислите массу чистого анилина, полученного в данном синтезе.
4. Какова массовая доля примеси нитробензола в «сыром» продукте этого синтеза.
5. Предложите способ очистки анилина от примеси нитробензола.

6. Лабораторный органический синтез

Для синтеза вещества **B** в круглодонную колбу (1) (см. рис.) помещают безводную карбоновую кислоту **A**, приливают избыток абсолютного этилового спирта и при помощи двурогой насадки (2) присоединяют обратный холодильник (3). Верхний конец холодильника закрывают хлоркальциевой трубкой (4).



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

Через стеклянную трубку (5) пропускают сильную струю хлороводорода. Реакционная смесь при этом разогревается. По окончании реакции содержимое колбы (1) полностью нейтрализуют избытком охлаждённого раствора карбоната натрия. Затем в делительной воронке целевой продукт синтеза **B** отделяют от водного слоя, промывают небольшим количеством воды, сушат хлористым кальцием и перегоняют.

1. Определите, какую кислоту **A** взяли для синтеза. Известно, что для полной нейтрализации 3,6 г **A** требуется раствор, содержащий 3,2 г гидроксида натрия.

2. Какое вещество **B** синтезировали в данном опыте? Известно, что **B** содержит 43,8 % кислорода по массе.

3. Напишите уравнение реакции синтеза вещества **B**.

4. С какой целью в реакционную смесь пропускают хлороводород? Предложите метод получения HCl в лаборатории.

5. Почему в данном синтезе предлагается использовать абсолютный этиловый спирт? Как его получить из спирта-ректификата?

6. С какой целью хлоркальциевую трубку (4) заполняют безводным $CaCl_2$?

Не забудьте перенести ответы в бланк работы!

© 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