

**Министерство образования и науки РТ  
Казанский федеральный университет**

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады  
школьников по химии 2019–2020 гг.  
Задания**

## **Основные требования к проведению**

1. **Каждый участник** должен получить в распечатанном виде **листы с заданиями для своего класса**, а также не менее 5 экземпляров **бланков ответов**, распечатанных на листах формата А4 (только односторонняя печать!). Необходимо распечатать дополнительные экземпляры бланков ответов и предоставлять их по просьбе участников.
2. Никто из участников не должен получить или видеть **задания другого класса** или решать задания одновременно за несколько классов.
3. **Каждый участник** должен получить в распечатанном виде **таблицы Менделеева и растворимости**, приведенные в этом файле ниже. **Запрещено** пользоваться принесенной с собой таблицей Менделеева и таблицей растворимости.
4. **Каждый участник** должен иметь при себе калькулятор. Оргкомитету желательно иметь несколько запасных калькуляторов и предоставлять их на время олимпиады по просьбе участников.
5. Участникам во время олимпиады **запрещается** пользоваться телефонами, компьютерами, наушниками, электронными часами, книгами и тетрадями с записями.
6. Участники записывают свои решения только на **лицевой стороне бланков ответов**. Обратная сторона бланков ответов не сканируется и не проверяется, о чем необходимо предупредить участников. Она может быть использована в качестве черновика. Участникам **запрещается** указывать свои личные данные на бланках ответов.
7. На решение задач всем участникам **вне зависимости от времени начала олимпиады** должно быть дано 5 астрономических часов (например, начало в 10.23 – окончание в 15.23). После окончания этого времени участники должны сдать свои работы в течение пяти минут. Любой участник имеет право сдать свою работу и уйти раньше времени.
8. При сдаче работы представитель оргкомитета **в присутствии участника** нумерует страницы работы и указывает на каждой из них общее число страниц (использованных бланков ответов). Пустые неиспользованные бланки изымаются.
9. Оргкомитет шифрует и сканирует работы. Сканированные работы участников с указанием шифров должны быть отправлены **до их проверки** в Республиканский олимпиадный центр не позднее **23 часов 59 минут дня проведения олимпиады**.

Раздается каждому участнику

### 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	ОН <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
H <sup>+</sup>		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag <sup>+</sup>	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
Ba <sup>2+</sup>	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca <sup>2+</sup>	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu <sup>2+</sup>	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg <sup>2+</sup>	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb <sup>2+</sup>	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe <sup>3+</sup>	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al <sup>3+</sup>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
Cr <sup>3+</sup>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	H	H	H	P	H	H	H	P

P – растворимо M – малорастворимо (< 0,1 М) H – нерастворимо (< 10<sup>-4</sup> М) – – не существует или разлагается водой

Раздается каждому участнику

## 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]	113 Nh [284]	114 Fl [289]	115 Mc [288]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]

*	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]

Число Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>, заряд электрона  $e = -1,60 \cdot 10^{-19}$  Кл

**8 класс (5 часов, максимум 42 балла)**

**Задание 1.**

**В тетради нужно указать только номер вопроса и одну букву правильного варианта ответа. Объяснений писать не нужно. На каждый вопрос верен только один вариант ответа, если вы укажете два разных варианта, получите 0 баллов.**

1. В каком из приведенных углеводородов массовая доля углерода составляет 84,1%?

- а)  $\text{CH}_4$
- б)  $\text{C}_2\text{H}_6$
- в)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$
- г)  $\text{C}_8\text{H}_{18}$

2. Раствор какого из приведенных веществ окрашивает пламя в фиолетовый цвет?

- а)  $\text{LiBr}$
- б)  $\text{NaCl}$
- в)  $\text{KNO}_3$
- г)  $\text{B}(\text{OH})_3$

3. Сколько электронов имеют главное квантовое число  $n = 3$  и орбитальное квантовое число  $l = 1$  в основном состоянии атома мышьяка?

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 6

4. Сколько атомов кислорода содержится в 225 г  $\text{O}_2$ ?

- а)  $4,23 \cdot 10^{24}$
- б)  $6,84 \cdot 10^{24}$
- в)  $8,47 \cdot 10^{24}$
- г)  $1,69 \cdot 10^{25}$

5. При добавлении к какому из нижеприведенных веществ раствора 6М  $\text{HCl}$  не будет выделяться газ?

- а)  $\text{Al}$
- б)  $\text{Zn}$

- в)  $K_2CO_3$
- г)  $NaNO_3$

6. Для получения 0,997 г сульфата бария к раствору сульфата натрия необходимо прилить 5,35 мл 0,800 М раствора нитрата бария. Что позволяет наиболее точно отобрать необходимый объем нитрата бария?

- а) Мензурка
- б) Мерная колба
- в) Градуированная пипетка
- г) Столовая ложка

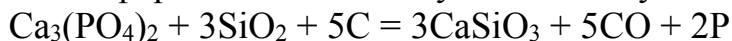
7. Состав минерала крокидолит можно представить формулой  $Na_2Fe_5(Si_4O_{11})_2(OH)_2$ . Сколько атомов железа в составе крокидолита имеют степени окисления +2 и +3?

- а) Все атомы железа имеют степень окисления +2
- б) Три атома +2 и два атома +3
- в) Два атом +2 и три +3
- г) Один атом +2 и четыре +3

8. Какое из нижеприведенных простых веществ содержит наибольшее число молекул в 1 г образца?

- а) Бакминстерфуллерен  $C_{60}$
- б) Озон  $O_3$
- в) Белый фосфор  $P_4$
- г) Сера  $S_8$

9. Фосфор может быть получен по следующей реакции:



Какую массу фосфата кальция необходимо взять для получения 1000 кг фосфора при количественном выходе реакции?

- а) 0,5 т
- б) 1 т
- в) 3 т
- г) 5 т

10. Некоторая соль имеет формулу  $Na_2S_xO_y$  и содержит 47,5% серы по массе. Чему равен  $x$ ?

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

## Задание 2.

Этиленгликоль  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  смешивается с водой в любых соотношениях и широко используется в качестве компонента теплоносителя в радиаторах автомобильных двигателей. Часто применяется смесь (плотность  $1,064 \text{ г/см}^3$ ), полученная из равных объемов этиленгликоля (плотность  $1,113 \text{ г/см}^3$ ) и воды.

1. Рассчитайте массовую долю (%) и молярную концентрацию (моль/л) этиленгликоля в смеси.

Смеси этиленгликоля с водой обладают низкой температурой замерзания. Это можно использовать для получения охлаждающих смесей. В одном из экспериментов куски льда поместили в концентрированный водный раствор, содержащий 90% этиленгликоля по массе. По прошествии некоторого времени лед плавал в жидкости, содержащей 64 % этиленгликоля по массе, при температуре  $-60 \text{ }^\circ\text{C}$ .

2. Какова была исходная температура льда и раствора этиленгликоля, взятых для приготовления смеси?

- а) выше  $-60 \text{ }^\circ\text{C}$
- б)  $-60 \text{ }^\circ\text{C}$
- в) ниже  $-60 \text{ }^\circ\text{C}$
- г) могла быть выше, а могла быть и ниже  $-60 \text{ }^\circ\text{C}$

3. Какая масса льда образуется при охлаждении до  $-60 \text{ }^\circ\text{C}$  1 кг смеси, полученной из равных объемов этиленгликоля и воды?

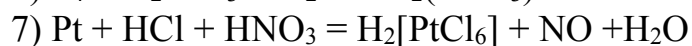
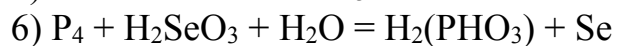
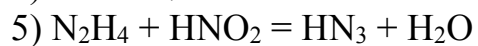
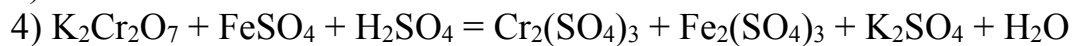
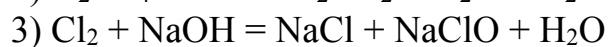
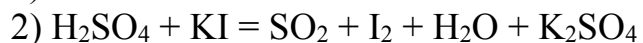
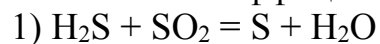
## Задание 3.

Элемент **Ч** представляет собой легкоплавкий металл с высокой химической активностью, соли которого окрашивают пламя в желтый цвет. При взаимодействии **Ч** с разбавленной серной кислотой образуются газ **А** и раствор вещества **Б**. Если на металл **Ч** подействовать водой, то образуются газ **А** и раствор вещества **В**. При сгорании 1,00 г **Ч** на воздухе образуется 1,51 г смеси соединений **Г** и **Д**. Эта смесь при взаимодействии с холодной водой образует раствор, содержащий вещества **В** и **Е**, а при взаимодействии с холодной серной кислотой – раствор, содержащий вещества **Б** и **Е**. При нагревании из обоих растворов выделяется газ **Ж**.

1. Определите элемент **Ч** и вещества **А-Ж**, если известно, что массовая доля **Ч** в веществе **Д** составляет 59%.
2. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.
3. Определите массовые доли компонентов в смеси, образующейся при сгорании **Ч**.

#### Задание 4.

Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций:



#### Задание 5.

При разложении перманганата калия в определенных условиях образуется вещество, содержащее 19,62 % калия и 48,25 % марганца по массе. Установите формулу этого вещества.



**9 класс (5 часов, максимум 56 баллов)**

**Задание 1.**

**В тетради нужно указать только номер вопроса и одну букву правильного варианта ответа. Объяснений писать не нужно. На каждый вопрос верен только один вариант ответа, если вы укажете два разных варианта, получите 0 баллов.**

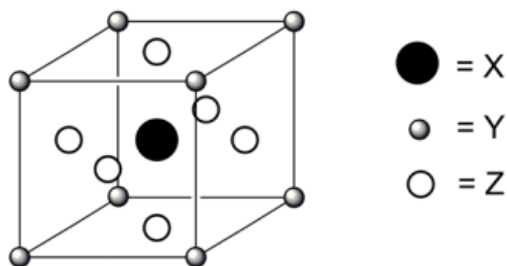
1. Сколько моль воды образуется при разложении 0,5 моль гидрокарбоната лития?

- а) 0,25 моль
- б) 0,5 моль
- в) 0,75 моль
- г) 1 моль

2. Сосуд содержит 66 г  $\text{CO}_2$  и 16 г  $\text{O}_2$  при общем давлении 10 атм. Чему равно парциальное давление углекислого газа?

- а) 5,0 атм
- б) 6,0 атм
- в) 7,5 атм
- г) 8,0 атм

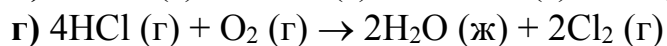
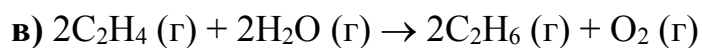
3. Ниже приведена элементарная ячейка кристалла некоторого вещества, содержащая атомы X, Y и Z. Какова формула вещества?



- а) XYZ
- б)  $\text{XYZ}_3$
- в)  $\text{XY}_4\text{Z}_2$
- г)  $\text{XY}_8\text{Z}_6$

4. Для какой из приведенных ниже реакций выход продуктов не будет увеличиваться при увеличении давления?

- а)  $\text{N}_2 (\text{г}) + \text{O}_2 (\text{г}) \rightarrow 2\text{NO} (\text{г})$
- б)  $\text{Ti} (\text{тв}) + 2\text{Cl}_2 (\text{г}) \rightarrow \text{TiCl}_4 (\text{г})$



5. 0,1 М раствор соли металла имеет синий цвет. При добавлении раствора иодида калия цвет меняется на коричневый. Какой ион содержался в растворе?



6. Один из искусственных элементов, впервые полученный в России, получил название

**а)** Московий

**б)** Рутений

**в)** Тулий

**г)** Самарий

7. В элементарном состоянии в природе встречаются

**а)** Щелочные металлы

**б)** Щелочноземельные металлы

**в)** Редкоземельные элементы

**г)** Платиновые металлы

8. Какая максимальная масса твердого продукта может образоваться при сжигании 1,00 г калия в кислороде?

**а)** 1,20 г

**б)** 1,41 г

**в)** 1,61 г

**г)** 1,82 г

9. Некоторая соль имеет формулу  $\text{Na}_2\text{S}_x\text{O}_y \cdot z\text{H}_2\text{O}$  и содержит 25,84% серы по массе. Чему равен  $x$ ?

**а)** 1

**б)** 2

**в)** 3

**г)** 4

10. Пропускание углекислого газа приводит к помутнению раствора

- а)  $\text{BaCl}_2$
- б)  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$
- в)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- г)  $\text{BaCO}_3$

### Задание 2.

ИКСид ИГРЕКа – кристаллы оранжево-желтого цвета, способные к существованию лишь при низких температурах. В водном растворе гидролизуются, что приводит к появлению отвратительного запаха (“вонючая бомба”). Этот раствор предлагалось использовать для тестирования эффективности освежителей воздуха.

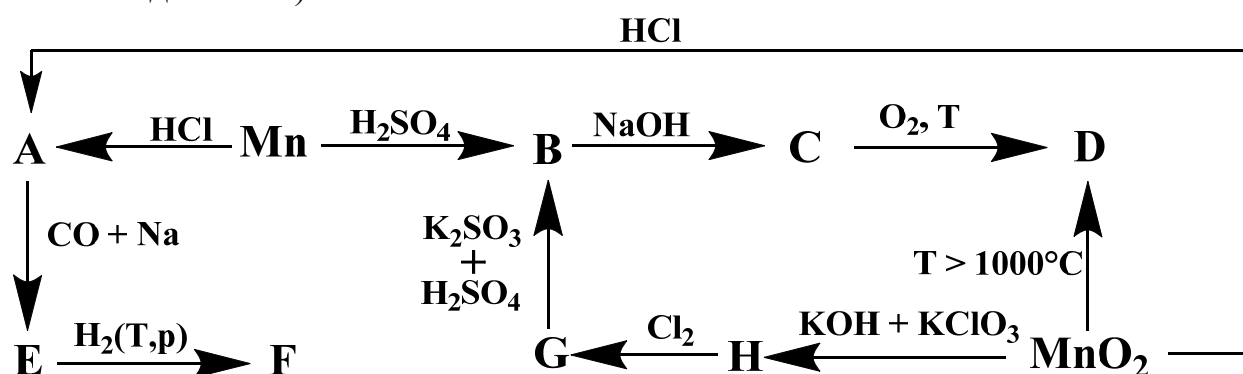
ИКСит ИГРЕКа – бесцветное кристаллическое соединение, легко разлагающееся при нагревании. Использовалось в фотографии и косметологии для придания формы прическе. Содержит 41,3% кислорода по массе.

ИКСат ИГРЕКа – бесцветное кристаллическое соединение, используемое в качестве удобрения. Разлагается при нагревании до 350 °С. Содержит 48,4% кислорода по массе.

1. Установите, что в условии задачи заменено на ИКС и ИГРЕК. Приведите формулы упомянутых соединений.
2. Какой из водных растворов данных соединений будет иметь наиболее кислую, а какой – наиболее щелочную реакцию?

### Задание 3.

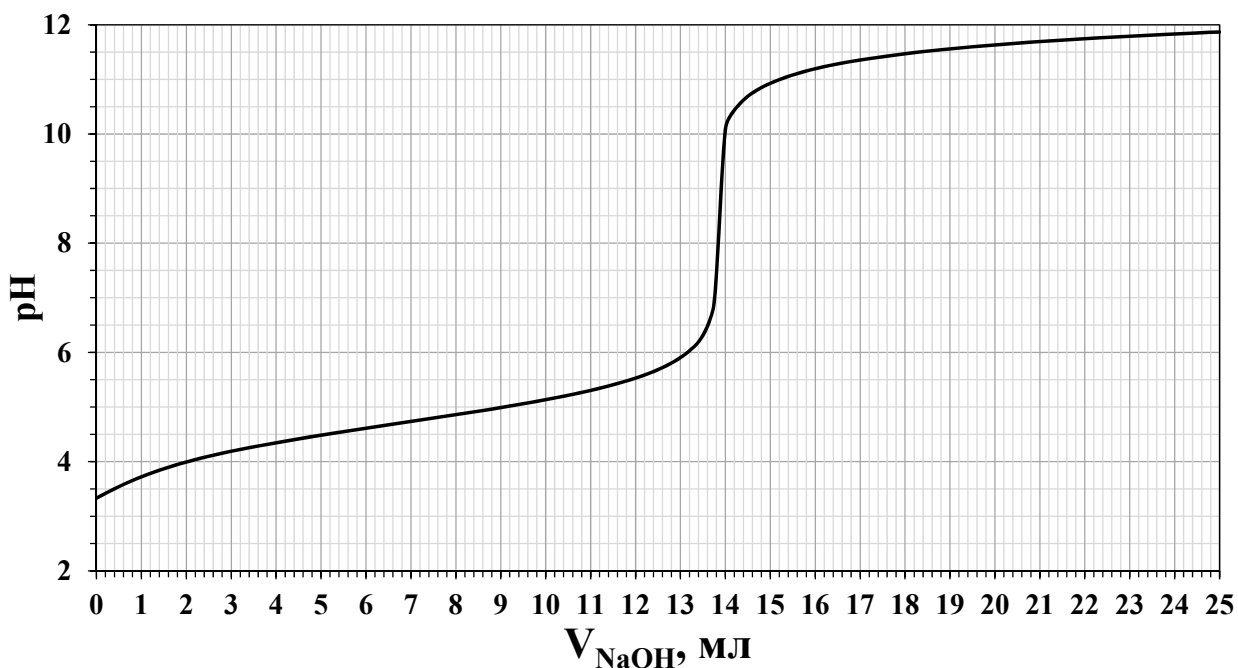
Перед вами – схема превращений соединений марганца (Т – нагревание, р – высокое давление).



1. Определите вещества А – Н, зашифрованные в схеме. Известно, что массовая доля марганца в соединениях D, F, G и H составляет 72,03%, 28,03%, 34,76% и 27,87% соответственно.
2. Напишите уравнения реакций, соответствующих превращениям.

#### Задание 4.

Для определения содержания уксусной кислоты в уксусной эссенции был проведен следующий эксперимент. 1,00 мл эссенции перенесли в мерную колбу на 100 мл и довели объем до метки дистиллированной водой. Из полученного раствора была отобрана аликвота объемом 10 мл, разбавлена дистиллированной водой и оттитрована 0,103 М раствором гидроксида натрия. Ход титрования отслеживался с помощью рН-метра со стеклянным индикаторным электродом. Полученная кривая титрования приведена ниже.



$$pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$$

1. Чему равен рН в точке эквивалентности (выберите правильный вариант)?  
а) меньше 7 б) больше 7 в) равен 7
2. Определите молярную концентрацию уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в уксусной эссенции.
3. Определите массовую долю уксусной кислоты в уксусной эссенции, если известно, что плотность эссенции составляет 1,07 г/мл.
4. В каком соотношении по объему нужно смешать уксусную эссенцию и воду, чтобы получить столовый уксус с массовой долей уксусной кислоты 9%?

#### Задание 5.

Два образца смесей алюминия с серой одинаковой массы (1 г), но различного количественного состава прокаливали в инертной атмосфере и на воздухе. Данные о количестве выделившейся теплоты ( $Q_1$  при прокаливании в инертной атмосфере и  $Q_2$  – на воздухе), приведенные к стандартным условиям, даны в таблице.

№ смеси	$\omega(S)$ , %	$Q_1$ , кДж	$Q_2$ , кДж
<b>I</b>	50,0	3,77	20,14
<b>II</b>	?	2,01	12,54

1. Запишите уравнения реакций, протекающих в ходе описанных экспериментов.
2. Какое количество тепла выделится, если смесь **I**, предварительно нагретую в инертной атмосфере, прокалить на воздухе?
3. Вычислите массовую долю серы в смеси **II**, если известно, что она выше, чем в смеси **I**.
4. Вычислите стандартные мольные энтальпии образования каждого из продуктов реакций.
5. Какова должна быть массовая доля серы в смеси, чтобы количество теплоты а)  $Q_1$  б)  $Q_2$  было максимальным среди всех смесей одинаковой массы?

**10 класс (5 часов, максимум 54 балла)**

**Задание 1.**

**В тетради нужно указать только номер вопроса и одну букву правильного варианта ответа. Объяснений писать не нужно. На каждый вопрос верен только один вариант ответа, если вы укажете два разных варианта, получите 0 баллов.**

1. 0,1 М раствор соли металла имеет бледно-розовый цвет. При добавлении концентрированной соляной кислоты цвет раствора меняется на ярко-синий. Какой ион содержался в растворе?

- а)  $\text{Cr}^{3+}$
- б)  $\text{Ni}^{2+}$
- в)  $\text{Co}^{2+}$
- г)  $\text{Cu}^{2+}$

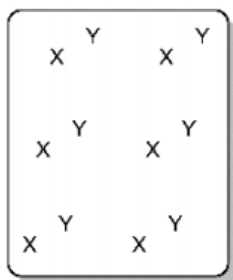
2. Автомобильные подушки безопасности первого поколения надувались за счет разложения азиды натрия по реакции:



Какая масса азиды натрия потребуется для заполнения подушки безопасности объемом 16 л газом под давлением 1,2 атм при температуре 17 °С?

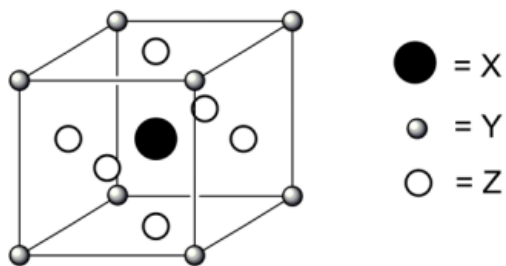
- а) 34,9 г
- б) 52,4 г
- в) 78,6 г
- г) 157 г

3. В твердом веществе XY атомы элементов X и Y образуют плоские слои. На рисунке ниже показано, как выглядит такой слой. К какому типу соединений относится вещество XY?



- а) Металлический сплав, например, FeCr
- б) Молекулярное соединение, например, IBr
- в) Ионное соединение, например, LiCl
- г) Соединение с сеткой ковалентных связей, например, SiC

4. Ниже приведена элементарная ячейка кристалла некоторого вещества, содержащая атомы X, Y и Z. Какова формула вещества?



- а) XYZ  
 б) XYZ<sub>3</sub>  
 в) XY<sub>4</sub>Z<sub>2</sub>  
 г) XY<sub>8</sub>Z<sub>6</sub>

5. Стандартная энтальпия реакции растворения диоксида кремния в водном растворе плавиковой кислоты равна 4,6 кДж/моль. Чему равна стандартная энтальпия образования  $\Delta_f H^\circ_{298}$  для SiF<sub>4</sub> (г)?

Соединение	SiO <sub>2</sub> (тв)	HF (водн)	H <sub>2</sub> O (ж)	SiF <sub>4</sub> (г)
$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	-910,9	-320,1	-285,8	?

- а) -1624,3 кДж/моль  
 б) -1615,1 кДж/моль  
 в) -949,8 кДж/моль  
 г) -940,6 кДж/моль

6. Существует элемент с названием

- а) Нипоний  
 б) Поний  
 в) Нихоний  
 г) Ни одного из этих элементов не существует

7. Углеводород состава C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> не может быть

- а) Циклическим  
 б) Алифатическим  
 в) Ароматическим  
 г) Ациклическим

8. Какое утверждение правильно описывает геометрию карбонат-иона CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>?

I. Все три связи углерод-кислород имеют одинаковую длину.

II. Все углы кислород-углерод-кислород составляют 120°.

- а) Верно только I  
 б) Верно только II  
 в) Оба утверждения верны  
 г) Оба утверждения неверны





13. В каком случае не требуется использования индикатора?

- а) Определение оксалат-ионов титрованием перманганат-ионом в кислой среде
- б) Определение хлорид-ионов титрованием ионами серебра
- в) Определение уксусной кислоты титрованием гидроксидом натрия
- г) Определение аммиака титрованием соляной кислотой

14. Константа скорости реакции хлорида иода с водородом  $2\text{ICl}(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) = 2\text{HCl}(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г})$  равна  $k = 1.63 \cdot 10^{-6} \text{ M}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ . Какой общий порядок имеет эта реакция?

- а) 0
- б) 1
- в) 2
- г) 3

15. Какой pH имеет 0.10 M раствор NaCN, если константа диссоциации синильной кислоты HCN равна  $4.9 \cdot 10^{-10}$ ?

- а) 2,85
- б) 5,15
- в) 8,85
- г) 11,15

## Задание 2.

Если сжечь некоторый ненасыщенный углеводород **Z** в атмосфере газа **X**, то образуются продукты **A** и **B**. Если тот же углеводород в том же количестве сжечь в атмосфере газа **Y**, то образуются соединения **C** и **D**. В таблице приведены плотности продуктов сгорания при н.у.

Вещество	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Плотность, г/л	1010	3,93	1,96	1000

1. Определите вещества **X**, **Y**, **A**, **B**, **C**, **D**. Ответ подтвердите расчётом.

Известно, что суммарные массы продуктов сгорания одного и того же количества **Z** в атмосферах газов **X** и **Y** относятся как 2,05:1.

2. Определите простейшую формулу углеводорода **Z**.

Простейшая формула углеводорода **Z** совпадает с молекулярной, при этом его молекула содержит два пятичленных цикла.

3. Приведите структурную формулу углеводорода **Z**.

### Задание 3.

Квасцами называют кристаллогидраты двойных сульфатов, общая формула которых  $XY(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ , где  $Y$  – трехвалентный, а  $X$  – одновалентный металл или аммоний. 2,582 г образца некоторых квасцов растворили в 100 мл воды. При пропускании тока силой 0,730 А в течение 31 минуты через этот раствор на катоде выделилось 0,483 г металла. При дальнейшем пропускании тока на катоде выделялся только водород.

1. Рассчитайте величину заряда, прошедшего через раствор в ходе эксперимента.
2. Что выделилось на катоде в результате электролиза? Выход электролиза по току считайте равным 100%.
3. Определите формулу квасцов.
4. Напишите уравнения процессов, протекающих на электродах.

### Задание 4.

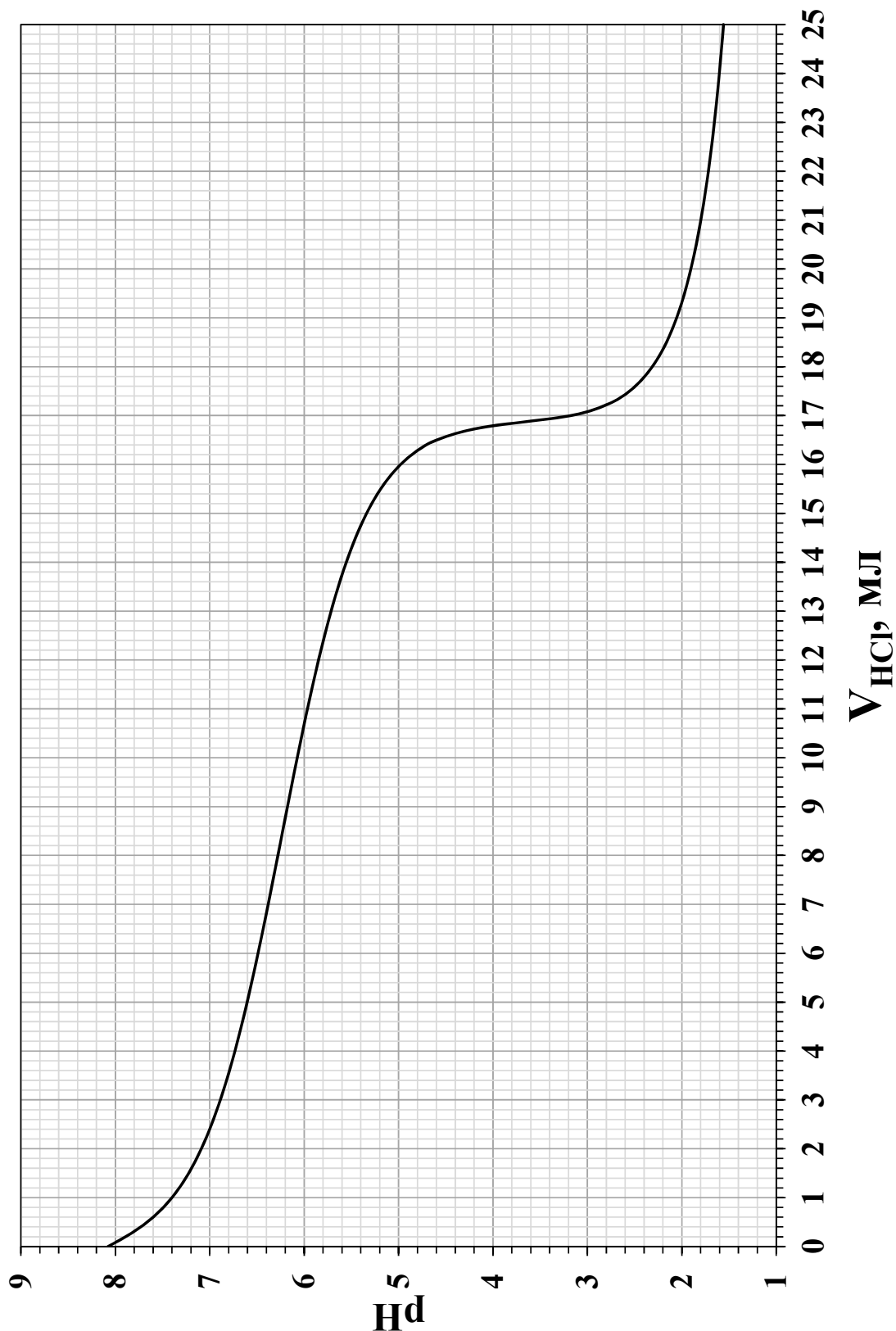
Установите соответствие между формулами веществ и их тривиальными названиями (в ответе приведите пары формула – название).

Синька, зеленка, угарный газ, веселящий газ, крепкая водка, царская водка, песок, сахарный песок, сажа, белая сажа, винный камень, винный спирт, индийская селитра, норвежская селитра, лед, сухой лед, корунд, карборунд.

$Al_2O_3$ ,  $C$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $C_{27}H_{34}N_2O_4S$ ,  $Ca(NO_3)_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , смесь  $HCl$  и  $HNO_3$ ,  $HNO_3$ ,  $KC_4H_5O_6$ ,  $KNO_3$ ,  $N_2O$ ,  $2(Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2) \cdot Na_2S_4$ ,  $SiC$ ,  $SiO_2$ ,  $SiO_2$ .

### Задание 5.

Юный химик Витя Победиллов нашел в лаборатории банку с неизвестным белым порошком, который реагировал с кислотами с выделением бесцветного газа без запаха. Чтобы определить состав порошка, он провел следующий эксперимент: растворил навеску массой 0,217 г в дистиллированной воде и оттитровал 0,153 М раствором соляной кислоты. Ход титрования отслеживался с помощью рН-метра со стеклянным индикаторным электродом. Полученная кривая титрования приведена ниже.



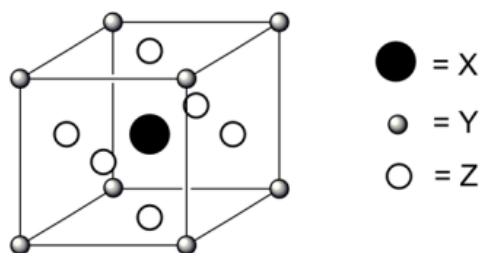
1. Какой вид титрования использовал юный химик (выберите правильный вариант)?  
 а) прямое б) обратное в) заместительное г) электродное
2. Рассчитайте количество молей кислоты, прореагировавшей с порошком.
3. Определите формулу порошка и запишите уравнение реакции с кислотой.
4. Приведите уравнение реакции, протекающей при нагревании порошка.

## 11 класс (5 часов, максимум 59 баллов)

### Задание 1.

В тетради нужно указать только номер вопроса и одну букву правильного варианта ответа. Объяснений писать не нужно. На каждый вопрос верен только один вариант ответа, если вы укажете два разных варианта, получите 0 баллов.

1. Ниже приведена элементарная ячейка кристалла некоторого вещества, содержащая атомы X, Y и Z. Какова формула вещества?



- а) XYZ
- б) XYZ<sub>3</sub>
- в) XY<sub>4</sub>Z<sub>2</sub>
- г) XY<sub>8</sub>Z<sub>6</sub>

2. Что измеряется в дальтонах?

- а) Количество вещества
- б) Интенсивность цвета
- в) Интенсивность излучения
- г) Масса

3. Какую электронную конфигурацию имеет ион алюминия Al<sup>3+</sup>?

- а) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>
- б) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>1</sup>
- в) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>4</sup>
- г) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>

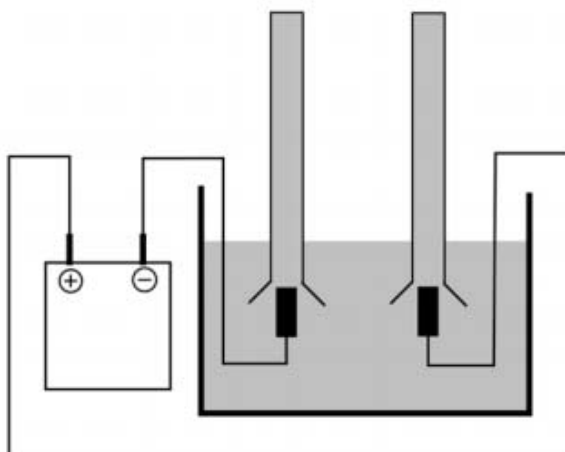
4. Для реакции между веществами А и В были получены следующие кинетические данные:

[A] <sub>0</sub> , М	[B] <sub>0</sub> , М	Начальная скорость реакции, М/с
0,20	0,20	600
0,60	0,40	7200
0,60	0,80	28800

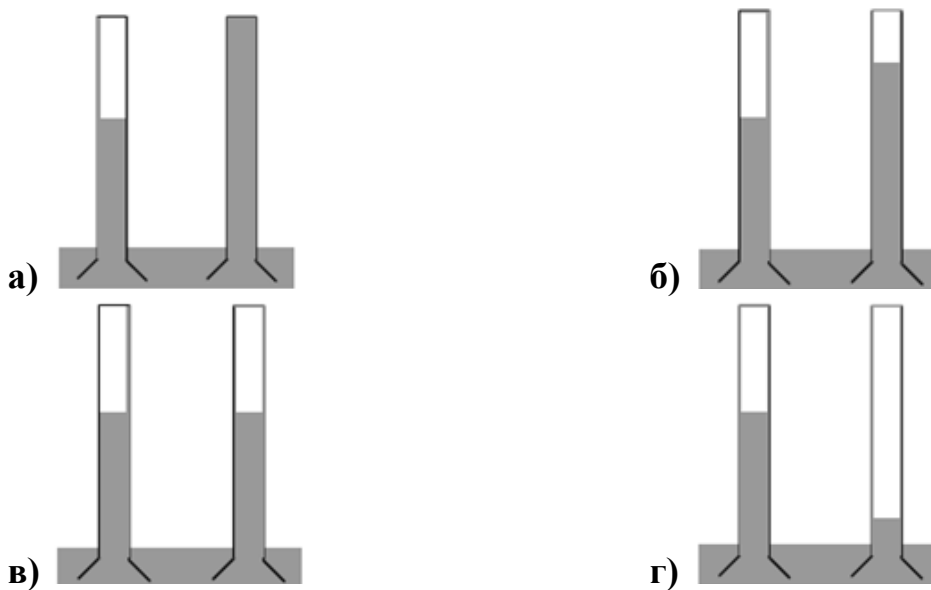
Какие порядки по реагентам имеет эта реакция?

- а) Нулевой по веществу А и второй по В
- б) Первый по веществу А и первый по В
- в) Второй по веществу А и первый по В
- г) Первый по веществу А и второй по В

5. Газы, образующиеся при электролизе разбавленного раствора серной кислоты, были собраны с помощью погруженных в этот раствор над анодом и катодом пробирок, как показано на рисунке ниже.



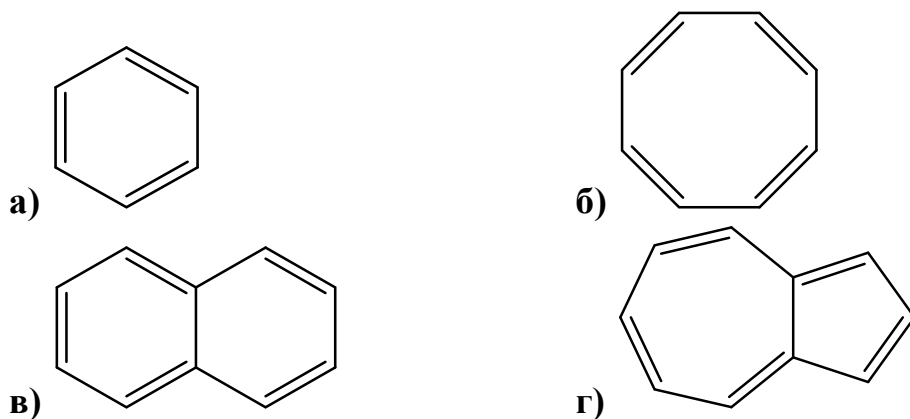
Как будут выглядеть пробирки после проведения электролиза?



6. В молекуле какого из приведенных соединений атомы находятся в вершинах пирамиды?

- а)  $\text{PCl}_3$
- б)  $\text{BCl}_3$
- в)  $\text{IF}_3$
- г)  $\text{SO}_3$

7. Какое из приведенных соединений не относится к ароматическим?



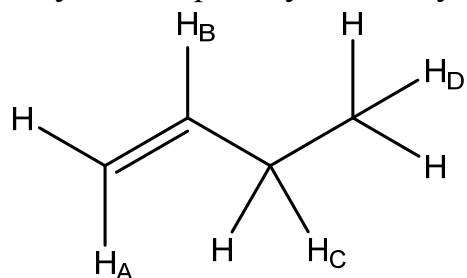
8. Выберите ряд растворителей, в котором растворимость нафталина  $C_{10}H_8$  уменьшается:

- а) гексан > гексанол > этанол > вода
- б) гексанол > гексан > этанол > вода
- в) гексан > этанол > гексанол > вода
- г) гексанол > этанол > гексан > вода

9. Чему равен pH 0,20 М раствора бензоата натрия  $Na(C_6H_5COO)$ , если константа диссоциации бензойной кислоты составляет  $6,5 \cdot 10^{-5}$ ?

- а) 5,26
- б) 8,74
- в) 9,09
- г) 11,56

10. Какой из атомов водорода нужно заместить на бром в бутене-1, чтобы получить хиральную молекулу?



- а)  $H_A$
- б)  $H_B$
- в)  $H_C$
- г)  $H_D$

11. 0,1 М раствор соли металла имеет зеленый цвет. При добавлении концентрированного раствора аммиака цвет меняется на синий. Какой ион содержался в растворе?

- а)  $\text{Cr}^{3+}$
- б)  $\text{Ni}^{2+}$
- в)  $\text{Co}^{2+}$
- г)  $\text{Fe}^{2+}$

12. Какое из условий должно выполняться для эндотермической реакции, чтобы она протекала самопроизвольно при постоянном давлении и температуре  $T$ ?

- а) Положительное изменение энтропии  $\Delta S^\circ$ ,  $|\Delta S^\circ| > |\Delta H^\circ/T|$ .
- б) Положительное изменение энтропии  $\Delta S^\circ$ ,  $|\Delta S^\circ| < |\Delta H^\circ/T|$ .
- в) Отрицательное изменение энтропии  $\Delta S^\circ$ ,  $|\Delta S^\circ| > |\Delta H^\circ/T|$ .
- г) Отрицательное изменение энтропии  $\Delta S^\circ$ ,  $|\Delta S^\circ| < |\Delta H^\circ/T|$ .

13. Делительная воронка применяется при проведении

- а) Сублимации
- б) Экстракции
- в) Декантации
- г) Дистилляции

14. Какая максимальная масса твердого продукта может образоваться при сжигании 1,00 г калия в кислороде?

- а) 1,20 г
- б) 1,41 г
- в) 1,61 г
- г) 1,82 г

15. Атомная масса изотопа  $^{11}\text{B}$  составляет

- а) 10,811 а.е.м.
- б) 11,000 а.е.м.
- в) 11,009 а.е.м.
- г) 11,238 а.е.м.

## Задание 2.

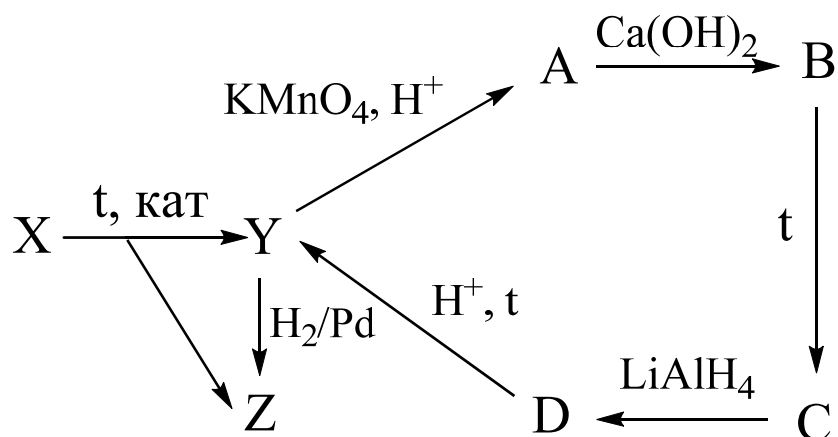
При дегидратации оптически активного органического соединения **A**, молекула которого содержит 6 атомов углерода, образуется оптически активное соединение **B**. При окислении перманганатом калия соединение **A**

образует оптически активный продукт **C**, которое реагирует с метанолом в кислой среде с образованием сложного эфира **D**. Соединение **B** при восстановлении с помощью водорода в присутствии палладия образует соединение **E**, которое оптически неактивно.

Приведите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D** и **E**.

### Задание 3.

При сильном нагревании углеводорода **X** в присутствии катализатора образуется смесь продуктов, в которой преобладают вещества **Y** и **Z**, выделяющиеся в мольном соотношении 1:1. С этими соединениями можно осуществить следующие превращения:



**A** – единственный органический продукт окисления **Y** перманганатом калия в кислой среде.

1. Расшифруйте структуры соединений **Y**, **Z** и **A – D**.
2. Запишите 3 возможные структуры соединения **X**.
3. Как называется процесс превращения **X** в **Y** и **Z**?

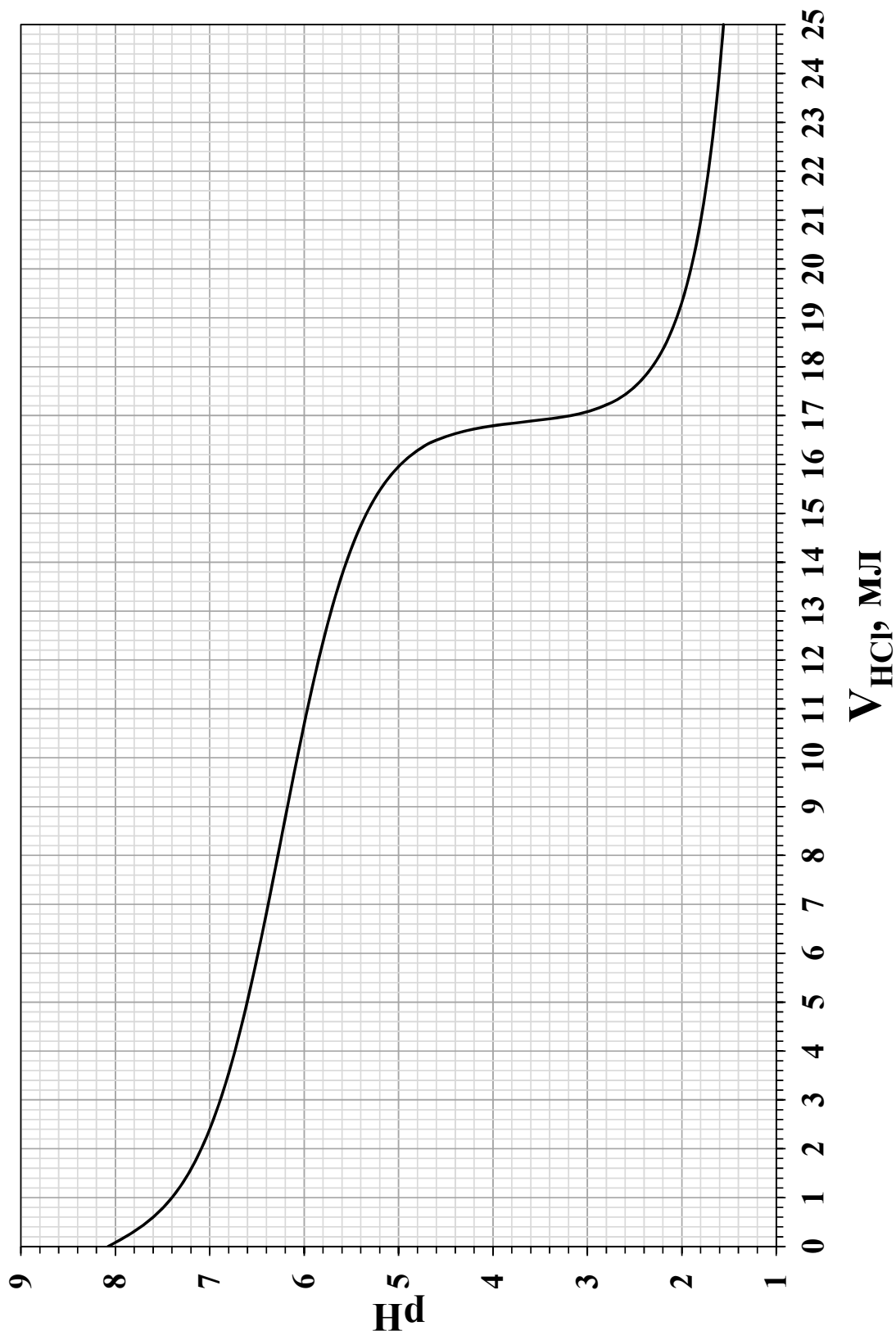
### Задание 4.

При разложении перманганата калия в определенных условиях образуется вещество, содержащее 19,62 % калия и 48,25 % марганца по массе. Установите формулу этого вещества.

### Задание 5.

Юный химик Витя Победиллов нашел в лаборатории банку с неизвестным белым порошком, который реагировал с кислотами с выделением бесцветного газа без запаха. Чтобы определить состав порошка, он провел следующий эксперимент: растворил навеску массой 0,217 г в дистиллированной воде и оттитровал 0,153 М раствором соляной кислоты. Ход титрования отслеживался с помощью рН-метра со стеклянным индикаторным электродом. Полученная кривая титрования приведена ниже.

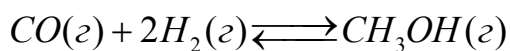




1. Какой вид титрования использовал юный химик (выберите правильный вариант)?  
 а) прямое б) обратное в) заместительное г) электродное
2. Рассчитайте количество молей кислоты, прореагировавшей с порошком.
3. Определите формулу порошка и запишите уравнение реакции с кислотой.
4. Приведите уравнение реакции, протекающей при нагревании порошка.

### Задание 6.

При нагревании смеси монооксида углерода и водорода протекает обратимая реакция:



В реакционный сосуд объемом 10 л поместили 2 моль CO, 5 моль H<sub>2</sub> и небольшое количество твердого катализатора. После этого сосуд герметично закрыли и нагрели до 350°C. После установления равновесия смесь содержала 0,35 моль CO.

1. Рассчитайте мольные доли компонентов в равновесной смеси.
2. Рассчитайте общее давление в сосуде и парциальное давление каждого компонента смеси после установления равновесия. Чему равна константа равновесия данной реакции, выраженная через парциальные давления в барах?