

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

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады
школьников по химии 2017–2018 гг.
Задания**

Основные требования к проведению

1. **Каждый участник** должен получить в распечатанном виде **лист(ы) с заданиями для своего класса**.
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. Организаторам желательно иметь несколько запасных калькуляторов и предоставлять их на время олимпиады по просьбе участников.
5. Участникам во время олимпиады **запрещается** пользоваться телефонами, компьютерами, наушниками, книгами и тетрадями с записями.
6. 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.

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 ⁻	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 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 [261]	105 Db [262]	106 Sg [263]	107 Bh [264]	108 Hs [265]	109 Mt [268]	110 Ds [271]	111 Rg [272]							

*	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⁻¹, заряд электрона $e = -1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл

8 класс (5 часов, максимум 40 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. Формула нитрата алюминия

а) Al_3N_2

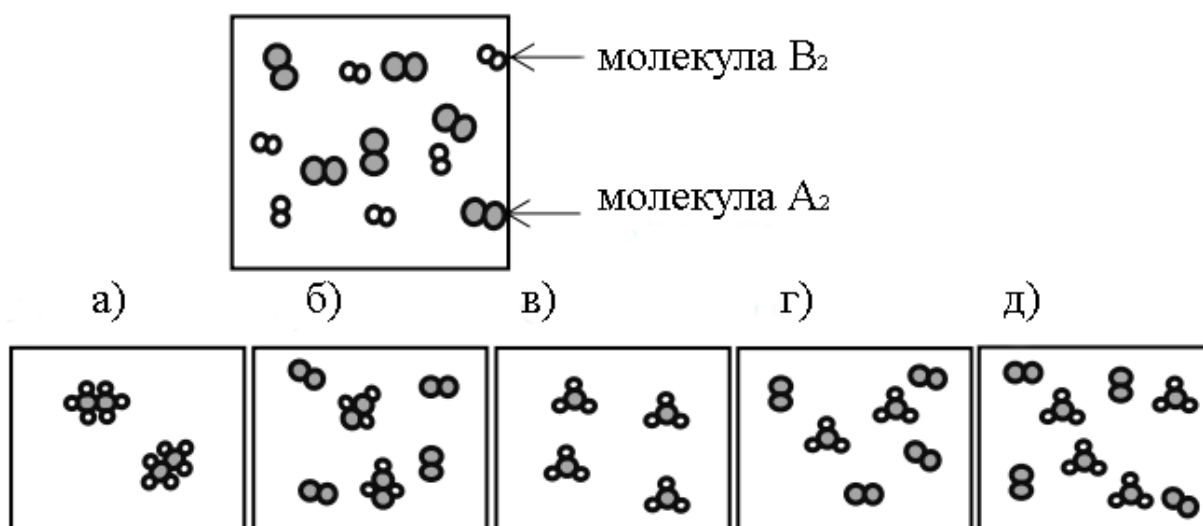
г) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

б) $\text{Al}_3(\text{NO}_3)_3$

д) Al_3NO_3

в) $\text{Al}(\text{NO}_3)_2$

2. Рисунок сверху демонстрирует исходное состояние системы, в которой находятся двухатомные газы А и В в закрытом сосуде. Какой из рисунков снизу будет демонстрировать состояние системы после завершения реакции, которая протекает по уравнению $\text{A}_2 + 3\text{B}_2 = 2\text{AB}_3$?



3. Вещество выделяет тепло при переходе

а) из жидкого в твердое состояние

г) из твердого в жидкое состояние

б) из твердого в газообразное состояние

д) ни в одном из вышеперечисленных случаев

в) из жидкого в газообразное состояние

4. Какие из следующих частиц изoeлектронны (имеют одинаковое количество электронов)?

а) O^{2-} , S^{2-}

г) Cu , Zn

б) Na , Na^+

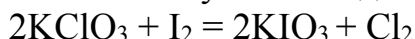
д) ни одна из вышеуказанных пар

в) Br^- , Kr

5. Одна молекула пенициллина содержит в себе один атом серы, массовая доля серы в пенициллине составляет 21,49%. Какова молекулярная масса пенициллина в г/моль?

- а) 85,40
- б) 101,3
- в) 125,2
- г) 137,6
- д) 149,2

6. Иодат калия, KIO_3 , находит применение как добавка в пищевую соль и помогает предотвратить накопление радиоактивного иода в щитовидной железе. Получение иодата калия описывается следующим уравнением:



Какая масса иодата калия получится из 51,0 г I_2 ?

- а) 43,0 г
- б) 46,2 г
- в) 86,0 г
- г) 172 г
- д) 185 г

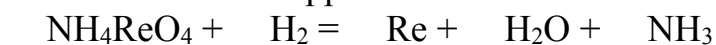
7. Какой из этих элементов имеет наибольшую электроотрицательность?

- а) С
- б) Р
- в) N
- г) В
- д) Ве

8. Кусочек металлического магния массой 0,48 г был помещен в раствор соляной кислоты. Полагая, что соляная кислота взята в избытке, и магний реагирует полностью, вычислите, сколько граммов водорода выделилось.

- а) 0,010 г
- б) 0,040 г
- в) 0,080 г
- г) 0,48 г
- д) 0,96 г

9. Рений (Re) получают из перрената аммония, который образуется в результате переработки молибденовой руды. Химическое уравнение восстановления перрената аммония в потоке водорода без коэффициентов:



Чему равна сумма коэффициентов в уравнении этой реакции?

- а) 5
- б) 14
- в) 18
- г) 20
- д) 21

10. Выберите ряд, в котором все соединения согласно системе маркировки опасных веществ следует промаркировать знаком «легковоспламеняющиеся вещества»

- а) Медная проволока, хлорид натрия, металлический натрий
- б) Водород, магниевая стружка, этиловый спирт
- в) Платиновая проволока, оксид железа (III), диоксид углерода
- г) Неон, иодид калия, серебряная проволока
- д) Жидкая ртуть, бромид кальция, азот

Задание 2.

а) Ученик провёл следующую реакцию для получения твердой серы:



В журнале он записал исходные объёмы и концентрации смешанных растворов:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – раствор с концентрацией 0,15 М, объём 130 мл

HCl – раствор с концентрацией 0,05 М, объём 400 мл

Каков выход реакции, если в эксперименте ученик получил 0,29 г твердой серы?

б) Для нейтрализации разлитой кислоты часто используют раствор карбоната натрия. Если на стол пролилось 5,0 мл 20%-ной H_2SO_4 (плотность 1,14 г/мл), какое минимальное количество твердого карбоната натрия в граммах необходимо для приготовления нейтрализующего раствора?

в) На бортах самолетов в системе экстренной подачи кислорода используется хлорат натрия NaClO_3 , термическое разложение которого приводит к образованию поваренной соли и выделению кислорода.

Человек в состоянии стресса потребляет порядка 2,5 л кислорода в минуту (объём считайте приведенным к нормальным условиям). Оцените минимальную массу хлората натрия, которая потребуется для обеспечения дыхания 200 пассажиров в течение 15 минут.

Примечания: 1М = 1 моль/л. Согласно закону Авогадро, при нормальных условиях 1 моль газа занимает объём 22,4 л.

Задание 3.

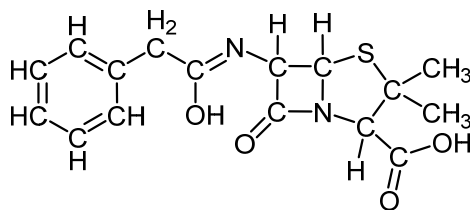
а) При разложении перманганата калия параллельно протекают две реакции, причем в обеих образуются одни и те же вещества **X** и **Y**:



Запишите формулы **X** и **Y** и приведите уравнения этих реакций с коэффициентами.

б) Может ли коэффициент перед исходным соединением в уравнении реакции разложения какого-либо вещества быть равен 2017? Если да, то приведите пример, если нет, то докажете. (Коэффициенты в уравнении реакции должны быть взаимно простыми, то есть наибольший общий делитель коэффициентов перед всеми веществами должен быть равен 1.)

Задание 4.



На рисунке приведена структурная формула антибиотика бензилпенициллина.

Раствор бензилпенициллина оптически активен, т.е. обладает способностью поворачивать плоскость поляризации прошедшего через него плоскополяризованного света на определенный угол относительно плоскости поляризации падающего света. Это можно использовать для определения концентрации раствора. Исследуемый спиртовой раствор бензилпенициллина поместили в трубку поляриметра длиной 15 см, при этом измеренный угол вращения составил $+38,5^\circ$. Использование трубки в два раза большей длины увеличивает угол вращения в два раза.

1. Определите концентрацию раствора в г/мл и моль/л, если удельное вращение бензилпенициллина $[\alpha] = +282$.
2. Для чего выполнялось измерение в трубке другой длины? Каковы будут показания прибора, если использовать трубку в 10 раз большей длины?

Известно, что $\alpha = [\alpha]cl$, где α – наблюдаемый угол вращения, c – концентрация оптически активного вещества в г/мл, $[\alpha]$ – удельное вращение, l – длина оптического пути (трубки) в дм.

9 класс (5 часов, максимум 44 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. Формула нитрида натрия:

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| а) Na_3N | г) Na_2NO_3 |
| б) NaNO_2 | д) Na_5N |
| в) NaNO_3 | |

2. Какое из следующих веществ не будет вступать в реакцию нейтрализации с раствором HClO_4 ?

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| а) NaOH | г) Na_2CO_3 |
| б) $\text{Sr}(\text{OH})_2$ | д) H_2SO_4 |
| в) NH_3 | |

3. Какая масса CO_2 получится при реакции 600 мл 1,22 М раствора HCl с 175 мл 1,55 М раствора Na_2CO_3 ?

- | | |
|-----------|-----------|
| а) 9,89 г | г) 14,4 г |
| б) 10,5 г | д) 16,1 г |
| в) 11,9 г | |

4. Растворимость газов _____ с увеличением давления.

- | | |
|----------------|---|
| а) Возрастает | г) Не изменяется |
| б) Уменьшается | д) Для того, чтобы заполнить пропуск, нужно знать какой это газ |
| в) Меняет знак | |

5. Раствор нитрата серебра смешивают с раствором фторида калия. Что выпадет в осадок?

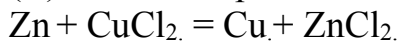
- | | |
|-------------------|-------------------------|
| а) Фторид серебра | г) Фторид азота |
| б) Нитрат калия | д) Осадка не образуется |
| в) Фторат калия | |

6. В каком из следующих ионов или атомов наибольшее количество электронов?

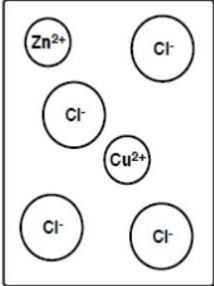
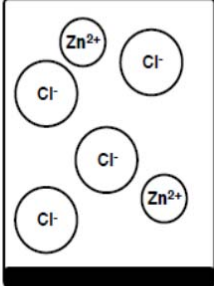
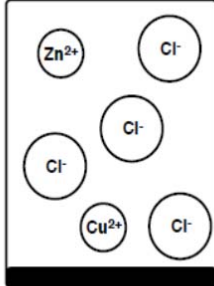
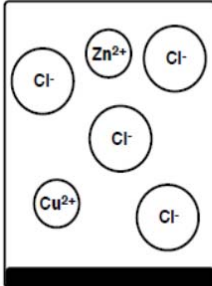
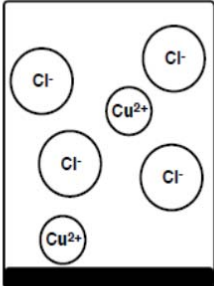
- | | |
|---------------------|---------------------|
| а) Sr^{2+} | г) Kr |
| б) Rb | д) Sc^{3+} |
| в) Cl | |

7. Определите степени окисления иода и сурьмы в соединении $[\text{ICl}_2]^+[\text{SbCl}_6]^-$
- а) +2 и +6
б) +2 и +5
в) +1 и +7
г) +3 и +5
д) +3 и +7

8. Смешали 1,30 граммов цинка с 400 мл 0,100 М раствором хлорида меди (II). Реакция протекала по следующему уравнению:



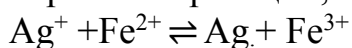
Какой рисунок верно отражает состояние смеси после протекания реакции?

а)	б)	в)	г)	д)
				
нет осадка	Cu тв.	Cu тв. и Zn тв.	Cu тв.	Zn тв.

9. Выберите ряд, в котором полярность связи возрастает.

- а) C-F, O-F, Be-F
б) O-F, C-F, Be-F
в) Be-F, O-F, C-F
г) Be-F, C-F, O-F
д) O-F, Be-F, C-F

10. Какое изменение в системе приведет к увеличению осаждения серебра в обратимой реакции, если прямая реакция является экзотермической:

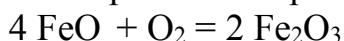


- а) Увеличение температуры
б) Увеличение объема воды
в) Удаление выпавшего в осадок серебра
г) Увеличение концентрации ионов железа (III)
д) Увеличение концентрации ионов железа (II)

Задание 2.

а) Экспериментатор поместил 0,75 г твердого гидроксида натрия в 20 мл воды внутри калориметра при 25°C. Конечная температура после этого составила 34,6°C. Принимая, что плотность воды 1,0 г/мл, удельная теплоемкость раствора 4,184 Дж/(г·°C) и теплопотерь в калориметре нет, вычислите мольную теплоту растворения гидроксида натрия.

б) Превращение оксида железа (II) в оксид железа (III) протекает по экзотермической реакции:



$$\Delta H^\circ = -564 \text{ кДж/моль}$$

Какова стандартная энтальпия образования FeO, если стандартная энтальпия образования Fe_2O_3 равна -826 кДж/моль?

в) Найдите стандартную энтальпию сгорания 1 моля ацетилена C_2H_2 , используя нижеприведенные данные об энтальпиях разрыва связей.

Связь	ΔH (кДж/моль)	Связь	ΔH (кДж/моль)
C–H	+411	C=O	+799
C–C	+346	O=O	+494
C $\equiv$ C	+835	O–H	+459

г) Используя данные о стандартных энергиях Гиббса реакций:



$$\Delta G^\circ = -139,56 \text{ кДж/моль}$$



$$\Delta G^\circ = -69,70 \text{ кДж/моль}$$

вычислите стандартное изменение энергии Гиббса для реакции оксида азота (I) с кислородом с образованием диоксида азота.

Задание 3.

а) При разложении перманганата калия параллельно протекают две реакции, причем в обеих образуются одни и те же вещества **X** и **Y**:



Запишите формулы **X** и **Y** и приведите уравнения этих реакций с коэффициентами.

б) Может ли коэффициент перед исходным соединением в уравнении реакции разложения какого-либо вещества быть равен 2017? Если да, то приведите пример, если нет, то докажите. (Коэффициенты в уравнении реакции должны быть взаимно простыми, то есть наибольший общий делитель коэффициентов перед всеми веществами должен быть равен 1.)

Задание 4.

Белая соль, содержащая 30,7% металла по массе, хорошо растворима в воде с образованием бесцветного раствора. Добавление к нему раствора соляной кислоты не приводит к выпадению осадка. После добавления раствора NaOH образуется осадок (реакция 1), который не растворим в избытке щелочи. С раствором аммиака также выпадает осадок (реакция 2), который растворяется в избытке реагента (реакция 3). Водный раствор сульфида натрия при смешении с раствором неизвестной соли образует осадок ярко-желтого цвета (реакция 4), который растворим в концентрированной HCl (реакция 5), но нерастворим в щелочи. После добавления раствора $AgNO_3$ к раствору неизвестной соли выпал ярко-желтый осадок (реакция 6), нерастворимый в растворе аммиака.

1. Определите формулу неизвестной соли.

2. Запишите уравнения реакций 1-6 в сокращенном ионном виде.

Задание 5.

Перед вами – выдержки из лабораторного журнала юного химика из Старого Победилово. Напишите уравнения, соответствующие описанным ниже химическим процессам, и ответьте на вопросы.

1. *Натрий горит в атмосфере кислорода. Какого цвета пламя?*
2. *Медь растворяется в концентрированной серной кислоте. Почему в ней не растворяется железо?*
3. *Однозамещенный и трехзамещенный фосфорнокислый рубидий смешали в мольном соотношении 1:1. Почему раствор продукта реакции имеет щелочную реакцию?*
4. *К раствору дихромата калия добавили водный раствор гидроксида калия. Какого цвета исходный и конечный растворы?*
5. *Сернистый натрий, хранившийся на воздухе, расплылся и стал дурно пахнуть, постепенно превращаясь в соль другой кислоты. Как в быту называют эту соль?*

10 класс (5 часов, максимум 49 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. Какая из следующих молекул имеет форму тетраэдра?

- а) PCl_3 г) BCl_3
б) H_2O д) SF_6
в) CF_4

2. Сколько различных продуктов получится в реакции монохлорирования изобутана?

- а) 1 г) 4
б) 2 д) 5
в) 3

3. Циклопропан медленно претерпевает внутримолекулярную перегруппировку и превращается в пропен. Из данных в таблице определите, как зависит скорость реакции от концентрации циклопропана:

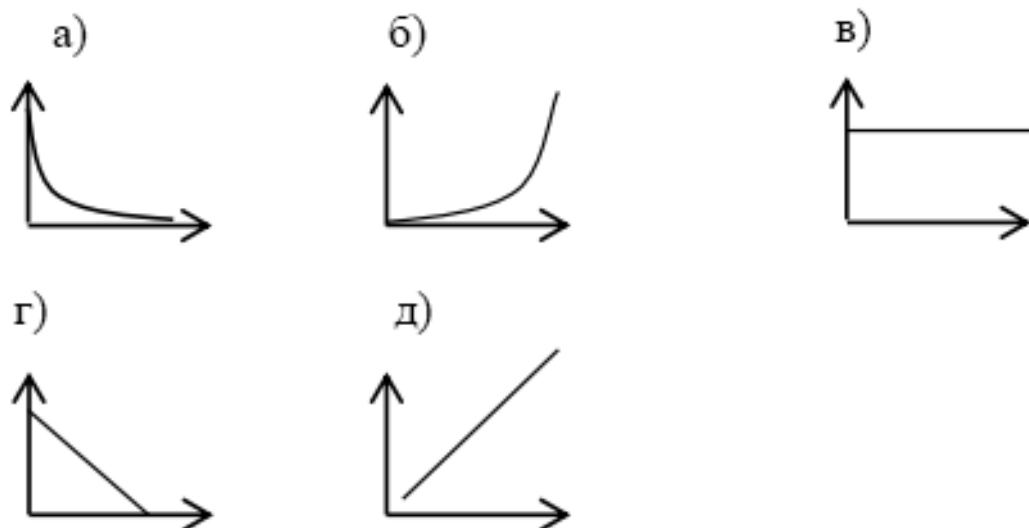
Начальная концентрация циклопропана [CP], М	Скорость образования пропена, $\text{М} \cdot \text{с}^{-1}$
0,050	$2,95 \cdot 10^{-5}$
0,100	$5,90 \cdot 10^{-5}$
0,150	$8,85 \cdot 10^{-5}$

- а) скорость = $5,9 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1} \cdot [\text{CP}]$
б) скорость = $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} \cdot [\text{CP}]^2$
в) скорость = $2,4 \cdot 10^2 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} \cdot [\text{CP}]^2$
г) скорость = $1,7 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1} \cdot [\text{CP}]$
д) скорость = $2,4 \cdot 10^{-1} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} \cdot [\text{CP}]^2$

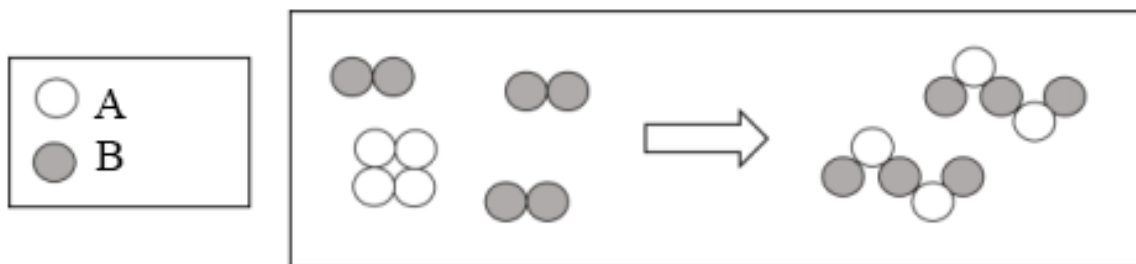
4. Присоединение воды к 1-бутену в присутствии серной кислоты даст:

- а) Первичный спирт г) Реакция не произойдет
б) Вторичный спирт д) Ненасыщенный спирт
в) Третичный спирт

5. Определенная масса газа находится в закрытом сосуде со свободно двигающимся поршнем при постоянном давлении. Какой график отображает изменение объема газа (ось y) в зависимости от температуры (ось x)?



6. На рисунке представлена схема реакции. Какое уравнение ей соответствует?

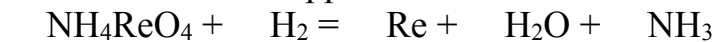


- а) $4 A + 6 B \rightarrow A_4B_6$
 б) $A_4 + B_6 \rightarrow A_4B_6$
 в) $A_4 + 3 B_2 \rightarrow 2 A_2 + 2 B_3$
 г) $A_4 + 3 B_2 \rightarrow 2 A_2B_3$
 д) $4 A + 3 B_2 \rightarrow 2 A_2B_3$

7. Какая из нижеприведенных комбинаций стандартных значений термодинамических функций описывает эндотермичный и самопроизвольно протекающий процесс при 2000 °С? Примите, что значения энтальпии и энтропии не зависят от температуры.

	ΔH° (кДж/моль)	ΔS° (Дж/К/моль)	ΔG° (кДж/моль)
а	217,0	115,0	182,7
б	-230,0	-11,0	-226,7
в	52,0	10,0	49,0
г	-363,0	249,0	-437,2
д	268,6	-88,0	294,8

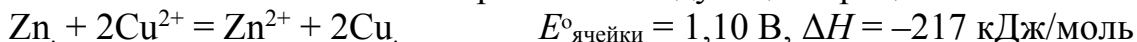
8. Рений (Re) получают из перрената аммония, который образуется в результате переработки молибденовой руды. Химическое уравнение восстановления перрената аммония в потоке водорода без коэффициентов:



Чему равна сумма коэффициентов в уравнении этой реакции?

- а) 5
- б) 14
- в) 18
- г) 20
- д) 21

9. В гальванической ячейке протекает следующий процесс:

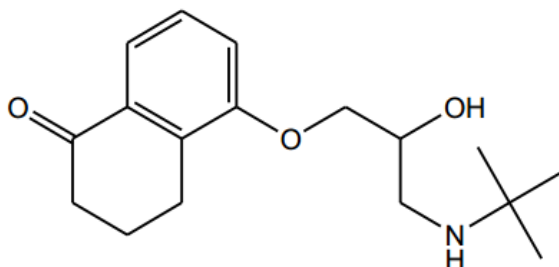


К ячейке подключена лампочка, которая горит до тех пор, пока идет реакция. К какому(-им) эффекту(-ам) приведет увеличение массы электродов в два раза?

- 1. Лампочка будет гореть ярче
- 2. В ячейке выделится больше тепла
- 3. Лампочка будет гореть дольше

- а) только 2
- б) 1 и 2
- в) 1 и 3
- г) 2 и 3
- д) 1,2 и 3

10. Ниже приведена структура левобунолола, который используется для лечения глаукомы. Какие функциональные группы в ней присутствуют?



- а) аминогруппа, карбонильная, эфирная, фенольная
- б) амидная, карбонильная, эфирная, гидроксильная
- в) аминогруппа, карбонильная, сложноэфирная, гидроксильная
- г) аминогруппа, альдегидная, эфирная, гидроксильная
- д) аминогруппа, карбонильная, эфирная, гидроксильная

Задание 2.

В результате полного сгорания 3 ммоль органического соединения X образуется 0,269 дм³ (н.у.) смеси диоксида углерода и водяного пара. Отношение массы кислорода, использованного при сжигании, к массе X составляет 1,818.

1. Определите брутто-формулу X.
2. Изобразите возможные структурные формулы X.
3. Продукт реакции X с метанолом содержит три различных типа атомов водорода. Выберите единственную возможную структуру X на основе этой информации и напишите структурную формулу продукта реакции.

Задание 3.

Перед вами – выдержки из лабораторного журнала юного химика из Старого Победилово. Напишите уравнения, соответствующие описанным ниже химическим процессам, и ответьте на вопросы.

1. *Натрий горит в атмосфере кислорода. Какого цвета пламя?*
2. *Медь растворяется в концентрированной серной кислоте. Почему в ней не растворяется железо?*
3. *Однозамещенный и трехзамещенный фосфорнокислый рубидий смешали в мольном соотношении 1:1. Почему раствор продукта реакции имеет щелочную реакцию?*
4. *К раствору дихромата калия добавили водный раствор гидроксида калия. Какого цвета исходный и конечный растворы?*
5. *Сернистый натрий, хранившийся на воздухе, расплылся и стал дурно пахнуть, постепенно превращаясь в соль другой кислоты. Как в быту называют эту соль?*

Задание 4.

Количество энергии, которое может быть получено из пищи в процессе метаболизма в живых организмах, часто выражают в так называемых пищевых калориях. Хотя механизмы метаболизма сахаров, белков, жиров и прочих веществ очень сложны, из-за того, что тепловой эффект реакции не зависит от пути реакции, калорийность продуктов питания может быть определена лабораторными калориметрическими методами.

- а) Напишите уравнения реакций полного сгорания глюкозы и этанола.
- б) На основании термодинамических данных, представленных в таблице, определите энтальпию этих реакций на 1 моль и 1 г сгорающего вещества. Какая реакция теоретически может обеспечить большей энергией человека в расчете на 1 г чистого соединения?
- в) Некоторые организмы, такие как дрожжи, получают энергию от превращения глюкозы в этанол без участия кислорода. Напишите уравнение этой реакции и рассчитайте её энтальпию в кДж/моль глюкозы и кДж/г глюкозы. Какой из способов метаболизма глюкозы даёт больше энергии и во сколько раз?

Вещество	Энтальпия образования (кДж/моль)
Глюкоза (C ₆ H ₁₂ O ₆)	–1260
Этанол (C ₂ H ₅ OH)	–278
CO ₂	–394
H ₂ O	–286

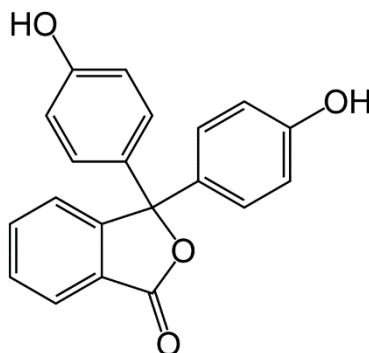
Задание 5.

Каждая из порошкообразных смесей **А**, **В**, и **С** может содержать карбонат натрия, гидроксид либо гидрокарбонат натрия и инертную примесь в различном количестве. Образец каждой смеси массой 0,400 г оттитровали 0,200 М раствором HCl в присутствии капли раствора фенолфталеина до исчезновения окраски. Затем такой же образец каждой смеси оттитровали тем же раствором в присутствии капли раствора метилоранжа до перехода желтой окраски в красную.

Результаты титрования приведены в таблице.

Смесь	Объем кислоты на титрование с фенолфталеином, мл	Объем кислоты на титрование с метилоранжем, мл
А	15,24	24,32
В	7,65	19,60
С	Исходный раствор не окрашивает фенолфталеин	19,24

1. Запишите уравнения реакций, протекающих при титровании.
2. Определите составы смесей.
3. Структурная формула бесцветной формы фенолфталеина приведена ниже. Нарисуйте структурную формулу его окрашенной формы.



11 класс (5 часов, максимум 45 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.

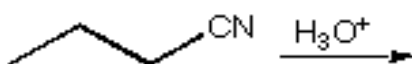
1. Катализатор увеличивает скорость реакции потому, что:

- а) Он увеличивает энтальпию реакции
- б) Он уменьшает энергию активации реакции
- в) Он увеличивает энергию активации реакции
- г) Он уменьшает энтальпию реакции
- д) Изменяется концентрация реагентов

2. В каком из следующих веществ ионные связи?

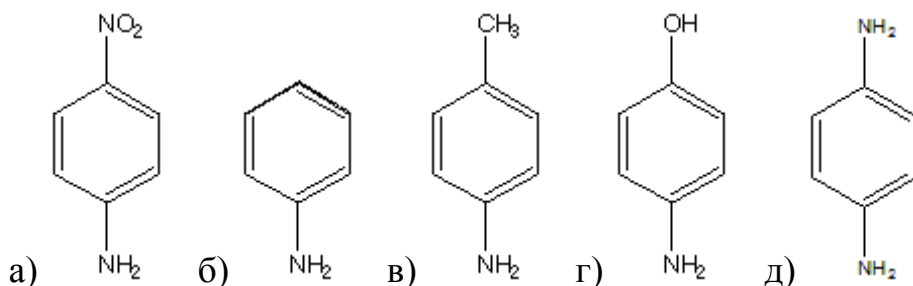
- а) NF_3
- б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- в) N_2H_4
- г) CaSe
- д) NaHg_2

3. Что является продуктом реакции?



- а) бутанол-1
- б) бутановая кислота
- в) пропанол-1
- г) бутаналь
- д) бутиламин

4. Какое из этих веществ наименее основное?



5. Железо (III) в водном растворе подвергается гидролизу в соответствии со следующим уравнением:



$$pK_a = 2.2, \Delta H^\circ = 42.7 \text{ кДж/моль}$$

Как будут изменяться pK_a и $[\text{H}^+]$ при увеличении температуры раствора?

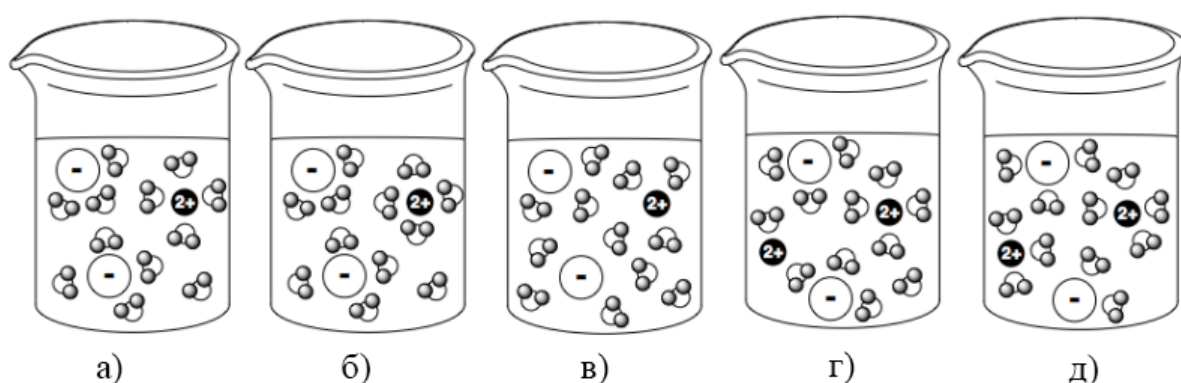
- а) pK_a увеличивается, $[\text{H}^+]$ уменьшается
- б) pK_a увеличивается, $[\text{H}^+]$ увеличивается
- в) pK_a уменьшается, $[\text{H}^+]$ уменьшается

- г) pK_a уменьшается, $[H^+]$ увеличивается
 д) pK_a не изменяется, $[H^+]$ не изменяется

6. Активным компонентом магнезиевого молочка является гидроксид магния, $Mg(OH)_2$. Растворимость гидроксида магния $7.05 \cdot 10^{-3}$ г/л. Каково произведение растворимости гидроксида магния?

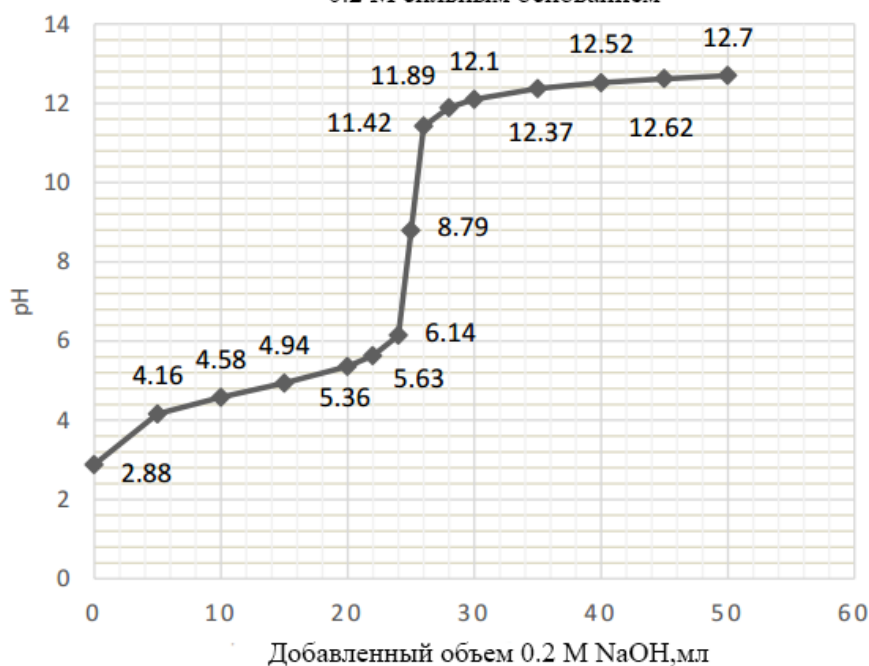
- а) $1,99 \cdot 10^{-4}$ г) $1,46 \cdot 10^{-8}$
 б) $1,40 \cdot 10^{-6}$ д) $7,06 \cdot 10^{-12}$
 в) $3,50 \cdot 10^{-7}$

7. На каком рисунке изображен разбавленный раствор хлорида магния (растворимость 59,2 г/100 мл)



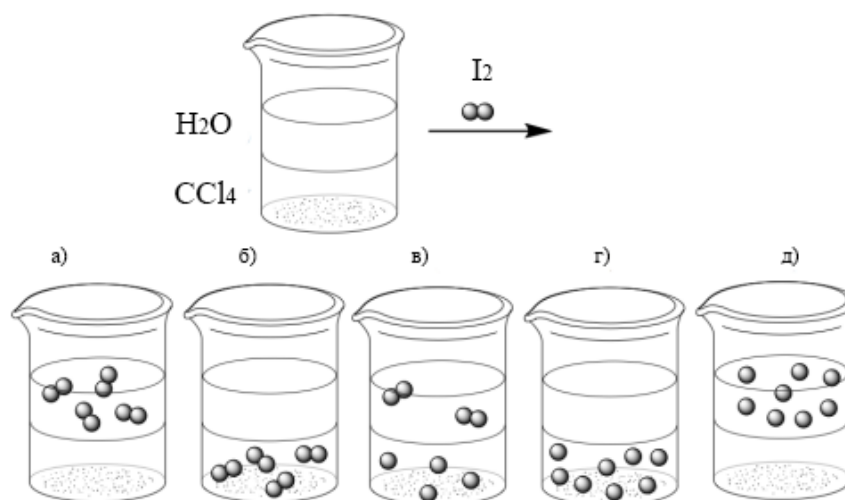
8. Ниже представлена кривая титрования слабой кислоты сильным основанием. Какова концентрация ионов H_3O^+ в точке эквивалентности?

Кривая титрования 50 мл 0.100 М слабой кислоты
0.2 М сильным основанием



- а) $1,6 \cdot 10^{-9}$ М г) 0,0100 М
 б) $8,8 \cdot 10^{-8}$ М д) 0,94 М
 в) $1,0 \cdot 10^{-7}$ М

9. Вода и четыреххлористый углерод – несмешивающиеся жидкости. Студент добавил твердый йод в стакан, содержащий CCl_4 и H_2O , перемешал и оставил смесь для разделения слоев. Какой рисунок лучше всего описывает произошедшее?



10. В каких(-ом) из нижеперечисленных веществ есть межмолекулярные водородные связи?

- 1) 2-пропанол
- 2) триэтиламин
- 3) диметилловый эфир
- 4) н-бутиламин

а) 1,2,4

г) 1

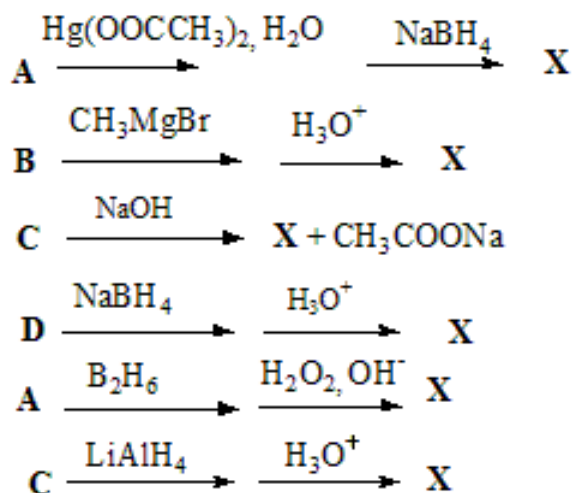
б) 1,3

д) 1,4

в) 2,4

Задание 2.

Вам даны схемы реакций, в которых из неизвестных веществ **A–D** образуется один и тот же продукт **X** с молярной массой 46 г/моль. Напишите структурные формулы всех зашифрованных веществ.



(Две последовательные стрелки означают, что сначала на исходное вещество подействовали реагентом, указанным над первой стрелкой, а затем промежуточный продукт обработали реагентом, указанным над второй стрелкой).

Задание 3.

Чистое вещество **X** при обычной температуре и влажности практически не реагирует с кислородом воздуха. При производстве **X** на самом деле получают сплав **Y**, содержащий элемент **A**. **Y** легче подвергается окислению и имеет низкую пластичность из-за высокого содержания **A**. Если уменьшить содержание **A** в **Y**, то получается сплав **Z**. Он обладает многими полезными свойствами, однако также способен достаточно легко окисляться. Решить эту проблему можно, добавив к сплаву **Z** 12 или более процентов по массе элемента **B** (чтобы доля атомов **B** в сплаве была выше $1/8$). Элемент **B** входит в состав рубина и обуславливает его красную окраску.

1. Напишите названия **A**, **B** и **X**, а также сплавов **Y** и **Z**.
2. Напишите уравнение реакции окисления **X** на воздухе в присутствии воды.
3. Напишите уравнение реакции, протекающей при получении сплава **Z** из сплава **Y**, если одним из ее продуктов является **X**.

Задание 4.

а) Для изучения кинетики реакции разложения образец оксида азота N_2O_5 поместили в запаянную ампулу и мгновенно нагрели до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. В начальный момент времени парциальное давление N_2O_5 составляло $2,84 \cdot 10^5$ Па, а за первую секунду оно снизилось на 400 Па. Через 13 минут скорость реакции упала в 3 раза.

1. Напишите уравнение реакции разложения.
2. Определите порядок и константу скорости реакции.

б) Кот Шредингера – известный эксперимент, предложенный основоположником квантовой теории Эрвином Шредингером. Рассмотрим один из вариантов этого эксперимента. Кот помещен в клетку, рядом с которой находится ампула с единственным атомом радиоактивного изотопа менделевия ^{258}Md с периодом полураспада 51,5 суток. Как только атом распадется, это событие будет зарегистрировано детектором, который приведет в действие механизм, умерщвляющий кота. Какова вероятность того, что кот проживет 1) не менее 360 суток; 2) не менее 30 суток?

Задание 5.

Каждая из порошкообразных смесей **A**, **B**, и **C** может содержать карбонат натрия, гидроксид либо гидрокарбонат натрия и инертную примесь в различном количестве. Образец каждой смеси массой 0,400 г оттитровали 0,200 М раствором HCl в присутствии капли раствора фенолфталеина до исчезновения окраски. Затем такой же образец каждой смеси оттитровали тем же раствором в присутствии капли раствора метилоранжа до перехода желтой окраски в красную.

Результаты титрования приведены в таблице.

Смесь	Объем кислоты на титрование с фенолфталеином, мл	Объем кислоты на титрование с метилоранжем, мл
A	15,24	24,32
B	7,65	19,60
C	Исходный раствор не окрашивает фенолфталеин	19,24

1. Запишите уравнения реакций, протекающих при титровании.
2. Определите составы смесей.
3. Структурная формула бесцветной формы фенолфталеина приведена ниже. Нарисуйте структурную формулу его окрашенной формы.

