

**Задание 1. «Новогодняя химия» (автор Емельянов В.А.).**

1. Максимальное количество химических элементов, которое можно отыскать, – 34:

Met O d I C He S Ca Y Ac omis Si ya i z H y U ri V Se si B Ir Sc oj ot Kr ytoj o Li m P ia Dy sh Co ĩ Ni K ov isk Re N Ne Po zd Ra vlyayut W As s Na stu Pa yuschi Mn ovy Mg odom!

Столько же элементов получится, если выбрать Es вместо гелия и серы (ее легко найти в другом месте), либо вместо селена, а также Sn вместо натрия или No вместо марганца.

2. Возможные примеры соединений неметаллов с фтором: OF₂ (O₂F₂, O₃F₂, O₄F₂), IF (IF₃, IF₅, IF₇), CF₄ (C_nF_m – перфторированные углеводороды), He – не образует, SF₆ (S₂F₁₀, SF₄, SF₂, S₂F₂), SiF₄, HF (H₂F₂), SeF₆ (SeF₄), BF₃, KrF₂, PF₅ (PF₃), NF₃ (N₂F₄, N₂F₂), Ne – не образует, AsF₅ (AsF₃).

Система оценивания:

1. Каждый символ элемента по 0,5 б (повторы не учитываются) 0,5б*34 = 17 б;

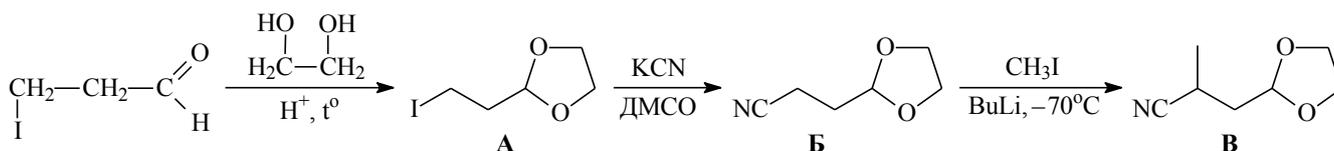
2. Один пример фторида на каждый неметалл по 0,5 б (неверное отнесение к неметаллам или неверный пример минус 0,5 б; если примеров несколько, то оценивается первый) 0,5б*14 = 7 б;

Примечание: Если вместо гелия или селена выбран Es, то +0,5 б.

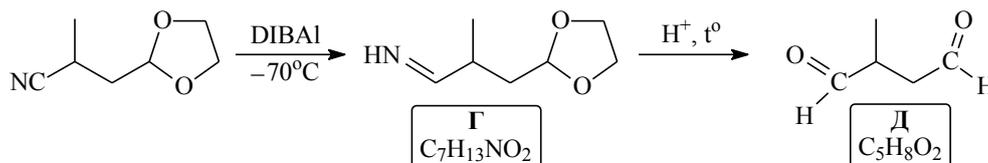
Всего **24 балла**

Задание 2. «ФЕН – значит первый!» (авторы Чубаров А.С., Ильин М.А.).

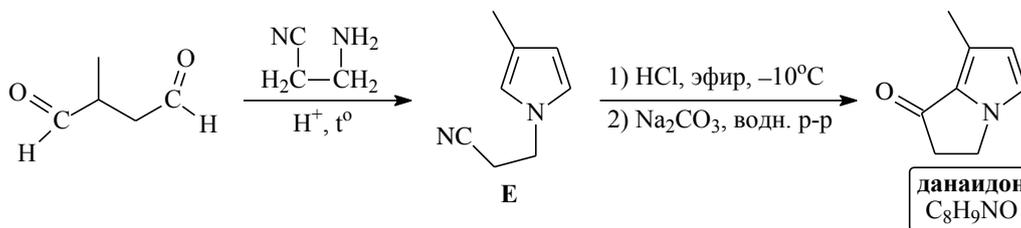
1. При действии на 3-йодпропаналь этиленгликолем в кислой среде при нагревании образуется соответствующий циклический ацеталь, предотвращающий протекание дальнейших реакций по альдегидной группе. При действии цианида калия на продукт **А** в результате реакции нуклеофильного замещения атома иода образуется нитрил **Б**. Атом водорода, находящийся в α-положении к нитрильной группе в соединении **Б**, обладает повышенной С-Н кислотностью, поэтому под действием сильных оснований, таких как *n*-бутиллитий, генерируется соответствующий карбоанион. В результате обработки **Б** иодистым метилом в присутствии основания (BuLi) образуется метилпроизводное **В**.



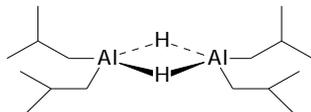
Соединение **В** с помощью мягкого восстановителя DIBAL превращается в имин **Г**, который в кислой среде гидролизуется как по иминогруппе, так и по диэфирному фрагменту, защищавшему исходную альдегидную группу.



Диальдегид **Д** взаимодействует с аминогруппой этиленаминонитрила, образуя вначале соответствующий аминспирт, а затем (при нагревании в кислой среде) отщепляя воду и образуя соединение **Е**, содержащее пиррольный цикл. Обработка **Е** газообразным хлороводородом в абсолютном диэтиловом эфире и последующий щелочной гидролиз раствором карбоната натрия приводят к данаидону, структура которого практически полностью изображена на эмблеме ФЕН НГУ, прилагающейся к этой задаче (а ту часть этой структурной формулы, которую закрывает изображение бабочки-монарха, можно легко восстановить, руководствуясь приведенной брутто-формулой).



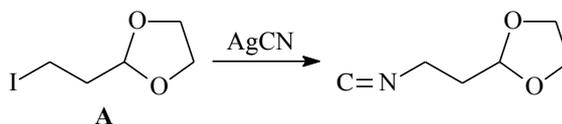
2. В твердом виде гидрид диизобутилалюминия (DIBAl) существует в виде димера, в котором имеются мостиковые атомы водорода, соединяющие два центральных атома алюминия:



3. Если альдегидную группу в исходном соединении (3-йодпропанале) не «защитить» в виде ацетального фрагмента, то, помимо нуклеофильного замещения атома иода, будет протекать присоединение по карбонильной группе, приводящее к образованию соответствующего циангидрина:



4. При использовании цианида серебра вместо цианида калия образуются изонитрилы:



Система оценивания:

1-4. Каждая из структурных формул по 2 б

2 б * 10 = 20 б;

Всего

20 баллов

Задание 3. «Палитра названий» (автор Задесенец А.В.).

1. Ответы на кроссворд:

1. Цирконий. 2. Хром. 3. Бор. 4. Серебро. 5. Празеодим. 6. Золото. 7. Таллий. 8. Йод. 9. Олово. 10. Висмут. 11. Родий. 12. Хлор. 13. Рубидий. 14. Индий. 15. Цезий. 16. Сера. 17. Иридий.

2. Уравнения реакций между водными растворами бинарных веществ:

а) $\text{SnI}_2 + \text{Cs}_2\text{S} = \text{SnS} \downarrow + 2\text{CsI}$ или $\text{SnI}_4 + 2\text{Cs}_2\text{S} = \text{SnS}_2 \downarrow + 4\text{CsI}$;

б) $\text{AuCl}_3 + \text{RbCl} = \text{Rb}[\text{AuCl}_4]$; в) $2\text{CrI}_3 + 3\text{Rb}_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow + 6\text{RbI}$.

Система оценивания:

1. Каждое разгаданное слово по 1 б

1б*17 = 17 б;

2. Уравнения реакций с коэфф. по 1 б (с ошибками до 0,5 б)

1б*3 = 3 б;

Всего

20 баллов

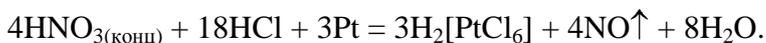
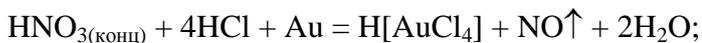
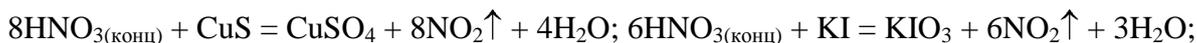
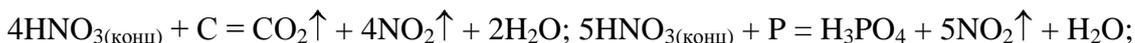
Задание 4. «"Безжизненный" элемент» (авторы Чубаров А.С., Емельянов В.А.).

1. Из описанных характеристик (в неживой природе в основном в виде простого вещества; но в живых клетках, где он 4-й среди всех элементов, он входит в состав белков, нуклеиновых кислот и т.д.) следует, что элемент **X** – азот.

Элементы, содержание которых в живых клетках больше, чем азота – это С, Н и О.

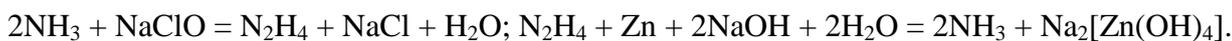
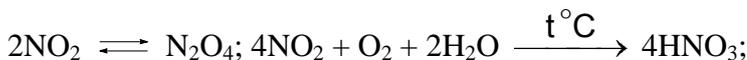
Название «азот» (от др.-греч. «азотос» – безжизненный) предложил в 1787 году Антуан Лоран Лавуазье, поскольку в то время было известно, что азот не поддерживает ни дыхания, ни горения. Это свойство и сочли наиболее важным. Хотя впоследствии выяснилось, что азот, наоборот, крайне необходим для всех живых существ, название сохранилось во французском и русском языках.

2. В тексте задачи описаны свойства концентрированной азотной кислоты и её смеси с соляной кислотой, которая называется «царская водка». Уравнения реакций, описанных в задаче:



3. А – азот (дiazот), Б – аммиак, В – оксид азота(II), Г – оксид азота(IV) (диоксид азота), Д – азотная кислота, Е – нитрозилхлорид, Ж – нитрит калия, З – нитрид лития, И – хлорид аммония, К – гидразин, Л – димер оксида азота(IV) (тетраоксид диазота).

Уравнения реакций (выделены реагенты и катализаторы, которыми мы заменили знаки вопроса):



4. В данном пункте речь идёт о следующей реакции: $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$. Выражение для константы равновесия K_p запишется следующим образом: $K_p = (P_{\text{NO}_2})^2/P_{\text{N}_2\text{O}_4}$.

Если обозначить равновесное давление N_2O_4 за x , то при суммарном давлении в системе 3 атм равновесное давление NO_2 будет равно $3 - x$. При заданном значении константы равновесия получим:

$(3-x)^2/x = 24,3$. Преобразовав выражение, получим следующее квадратное уравнение:

$$x^2 - 30,3x + 9 = 0.$$

$$D = 30,3^2 - 4 \cdot 9 = 882,09.$$

$x_1 = (30,3 + 29,7)/2 = 30$ – не имеет физического смысла, поскольку суммарное давление всего 3 атм, а давление NO_2 не может быть отрицательным.

$x_2 = (30,3 - 29,7)/2 = 0,3$ – удовлетворяет условию. То есть $P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,3$ атм.

Теперь рассчитаем степень диссоциации N_2O_4 . По определению, степень диссоциации – это отношение числа продиссоциировавших частиц к исходному числу частиц (если бы они совсем не диссоциировали). Поскольку давление NO_2 составляет $3 - 0,3 = 2,7$ атм, это означает, что продиссоциировало $1/2 \cdot 2,7 = 1,35$ атм N_2O_4 . Если бы в системе находился только недиссоциированный N_2O_4 , то его давление составляло бы $1,35 + 0,3 = 1,65$ атм. То есть степень диссоциации N_2O_4 в указанных условиях составляет $\alpha_{\text{N}_2\text{O}_4} = 1,35/1,65 = 0,818$ или 81,8 %.

5. Для расчета количества газов в 1 л газовой смеси при $P = 3$ атм и $t = 105^\circ \text{C}$ воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона $PV = \nu RT$. Отсюда $\nu = PV/RT = (3 \cdot 1)/(0,082 \cdot 378) = 0,968$ моля.

а) общее количество молекул $n = \nu \cdot N_A = 0,968 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 5,83 \cdot 10^{22}$ штук;

б) Чтобы посчитать количество атомов, найдем мольные доли газов в смеси: $x_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,3/3 = 0,1$, $x_{\text{NO}_2} = 1 - 0,1 = 0,9$. Общее количество атомов составит $(0,1 \cdot 6 + 0,9 \cdot 3) \cdot 5,83 \cdot 10^{22} = 1,92 \cdot 10^{23}$ штук.

6. Для определения направления смещения положения равновесия в реакции $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{газ})} = 2\text{NO}_{2(\text{газ})}$ воспользуемся принципом Ле Шателье:

а) при прибавлении в систему 0,1 моля NO_2 при неизменном объёме системы увеличится только концентрация NO_2 , поэтому равновесие сместится влево (в сторону уменьшения его концентрации);

б) при увеличении общего давления (сжати системы) равновесие сместится в сторону уменьшения объема (числа молекул), т.е. также влево;

в) при увеличении температуры равновесие сместится в сторону эндотермической реакции, т.е. вправо. Для того, чтобы определить знак теплового эффекта в реакции $N_2O_{4(г)} = 2NO_{2(г)}$, вовсе не обязательно заглядывать в справочники. В результате диссоциации N_2O_4 разрывается связь N-N, а никаких новых связей не образуется, поэтому эта реакция, безусловно, является эндотермической.

Система оценивания:

1. N, C, H, O по 0,5 б, Лавуазье 0,5 б, не поддерживают дыхание 0,5 б	0,5б*6 = 3 б;
2. Царская водка 0,5 б	0,5 б;
Уравнения реакций с коэфф. по 0,5 б (за 2 ошибки минус 0,5 б)	0,5б*8 = 4 б;
3. Любые названия, правильно отражающие состав вещества по 0,5 б	0,5б*11 = 5,5 б;
Уравнения реакций с коэфф. и kt по 0,5 б (за 2 ошибки минус 0,5 б)	0,5б*16 = 8 б;
4. Выражение для K (можно через концентрации) 1 б	1 б;
Расчет равновесного давления N_2O_4 2 б	2 б;
Расчет степени диссоциации N_2O_4 3 б	3 б;
5. Расчет количества молекул 2 б, расчет количества атомов 2 б	2б + 2б = 4 б;
6. Указание на смещение равновесия в правильную сторону по 0,5 б	0,5б*3 = 1,5 б;
Пояснение причины смещения равновесия по 0,5 б	0,5б*3 = 1,5 б;
Всего	34 балла

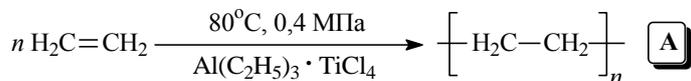
Задание 5. «Углеводород-рекордсмен» (автор Ильин М.А.).

1. Обозначим формулу углеводорода **I** в виде C_xH_y ; рассчитаем соотношение углерода и водорода в

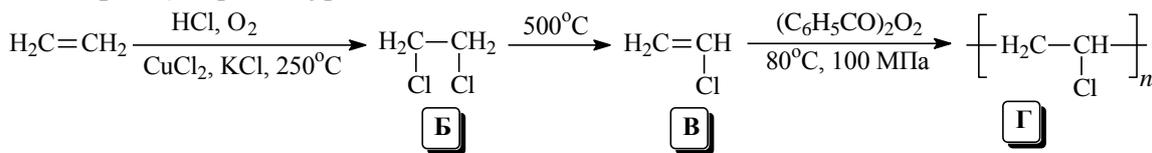
нем: $\frac{12x}{12x+y} = 6 \cdot \frac{y}{12x+y} \Rightarrow 12x = 6y \Rightarrow 2x = y$, т.е. C : H = 1 : 2, а простейшая формула **I** – CH_2 .

2. Углеводород, о котором идет речь в задаче, – **этилен, $H_2C=CH_2$** .

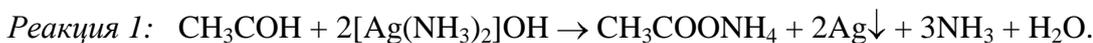
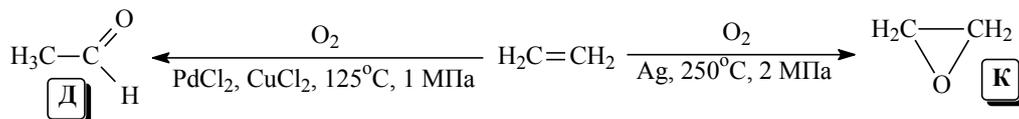
3-5. **A** – полимер, который получается из этилена. Наиболее известным и широко используемым полимером на основе этилена является **полиэтилен** (аббревиатура – **ПЭ**).



В процессе оксихлорирования (взаимодействие с $HCl + O_2$) образуется **1,2-дихлорэтан (Б)**, который при пиролизе отщепляет молекулу хлороводорода и превращается в **винилхлорид (В)**. При радикальной полимеризации винилхлорида, инициируемой перекисью бензоила, образуется полимер **Г** – **поливинилхлорид** (аббревиатура – **ПВХ**).

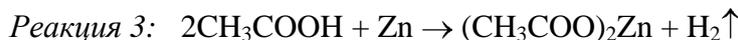
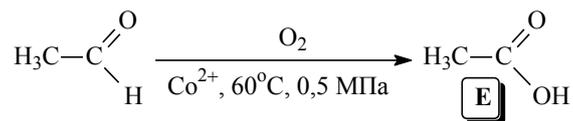


Соединения **Д** и **К** являются изомерами, образуются в результате окисления этилена кислородом в различных условиях и содержат в своем составе по одному атому кислорода и по два атома углерода. Можно предположить, что количество атомов водорода в молекулах **Д** и **К** такое же, как и в исходном углеводороде **I**, поскольку в противном случае **Д** и **К** должны быть ненасыщенными соединениями, которые, как правило, крайне нестабильны. Тогда молекулярная формула соединений **Д** и **К** C_2H_4O . Этой формуле соответствует два изомера – ациклический и циклический. Известной качественной реакцией на соединения, содержащие альдегидную группу, является реакция серебряного зеркала. Следовательно, **Д** – **ацетальдегид**, а **К** – **этиленоксид**.

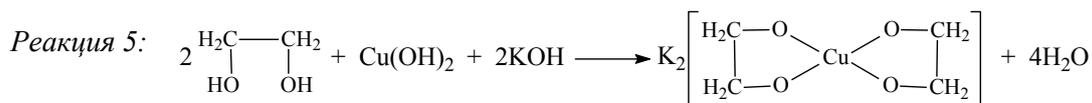
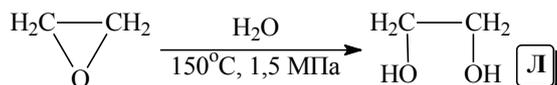


Окисление ацетальдегида приводит к образованию соединения **Е**, содержащего в своем составе по два атома кислорода и углерода и обладающего явно выраженными свойствами кислоты: взаимодей-

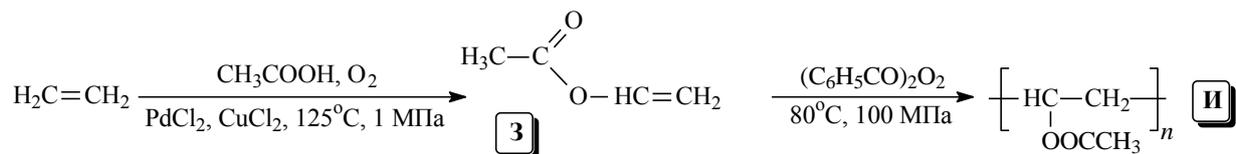
ствие с пищевой содой, сопровождающееся характерным "вскипанием" (бурное выделение углекислого газа), и образование горючего газа (вероятно, водорода) при взаимодействии с металлическим цинком. Т.е., **Е** – уксусная кислота.



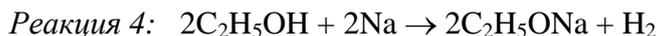
В составе соединения **Л** содержится по два атома О и С, оно образуется при гидролизе этиленоксида, что приводит к образованию двухатомного спирта – **этиленгликоля** – вещества, в котором растворяется свежеосажденный гидроксид меди(II) (в щелочн. среде) с образованием ярко-синего раствора.



Реакция получения соединения **З** – это видоизменение реакции получения уксусного альдегида, которая проходит при участии уксусной кислоты. В этом случае получается **винилацетат (З)**, который затем подвергают радикальной полимеризации, и образуется **И** – **поливинилацетат** (аббревиатура – **ПВА**).



Реакция получения соединения **Ж** представляет собой гидратацию этилена в присутствии кислоты (H_3PO_4), при этом образуется **этиловый спирт** (этанол).



6. Катализатор $\text{AlCl}_3 \cdot \text{TiCl}_4$, использующийся при получении различных полимеров методом координационной полимеризации, имеет название **катализатор Циглера-Натта**.

Процесс получения уксусного альдегида из этилена, использующийся в современной промышленности и приведенный на схеме, называется **Вакер-процесс**.

7. Изомер уксусной кислоты, о котором идет речь в условии задания, не обладает явно выраженными кислотными свойствами в водных растворах. Соединениями, изомерными карбоновым кислотам, являются сложные эфиры. Действительно, сложный эфир подвергается щелочному гидролизу, что приводит к образованию соответствующих соли и спирта. Молекулярная формула уксусной кислоты – $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, сложный эфир, изомерный ей, – **метилформиат $\text{HC}(\text{O})\text{OCH}_3$** .

8. Изомер этанола, который не реагирует с металлическим натрием и не образует сложных эфиров с уксусной кислотой, не относится к классу спиртов. Изомерами спиртов являются простые эфиры. Простой эфир с молекулярной формулой $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ – **диметиловый эфир $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$** .

Система оценивания:

1. Простейшая формула углеводорода И (подтвержденная расчетом) 1 б	1 б;
2-3. Структурная формула И , А-Л по 0,5 б, названия И , А-Л по 0,5 б	$(0,5б + 0,5б)*12 = 12 б;$
4. Аббревиатуры полимеров А , Г и И по 0,5 б	$0,5б*3 = 1,5 б;$
5. Уравнения реакций 1-5 по 0,5 б	$0,5б*5 = 2,5 б$
6. Специальные названия по 0,5 б	$0,5б*2 = 1 б;$
7-8. Структурные формулы изомеров по 0,5 б, названия по 0,5 б	$(0,5б + 0,5б)*2 = 2 б;$
Всего	20 баллов



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Второй отборочный этап 2011-2012 уч. года
Решения заданий по химии
10 класс



Задание 1. «Новогодняя химия» (автор Емельянов В.А.).

1. Максимальное количество химических элементов, которое можно отыскать, – 34:

**Met O d I C He S Ca Y Ac omis Si ya i z H y U ri V Se si B Ir Sc oj ot Kr ytoj o Li m P
ia Dy sh Co l` Ni K ov isk Re N Ne Po zd Ra vlyayut W As s Na stu Pa yuschi Mn ovy
Mg odom!**

Столько же элементов получится, если выбрать Es вместо гелия и серы (ее легко найти в другом месте), либо вместо селена, а также Sn вместо натрия или No вместо марганца.

2. Возможные примеры соединений неметаллов с фтором: OF₂ (O₂F₂, O₃F₂, O₄F₂), IF (IF₃, IF₅, IF₇), CF₄ (C_nF_m – перфторированные углеводороды), He – не образует, SF₆ (S₂F₁₀, SF₄, SF₂, S₂F₂), SiF₄, HF (H₂F₂), SeF₆ (SeF₄), BF₃, KrF₂, PF₅ (PF₃), NF₃ (N₂F₄, N₂F₂), Ne – не образует, AsF₅ (AsF₃).

Система оценивания:

- Каждый символ элемента по 0,5 б (повторы не учитываются) 0,5б*34 = 17 б;
 - Один пример фторида на каждый неметалл по 0,5 б (неверное отнесение к неметаллам или неверный пример минус 0,5 б; если примеров несколько, то оценивается первый) 0,5б*14 = 7 б;
- Примечание: Если вместо гелия или селена выбран Es, то +0,5 б.

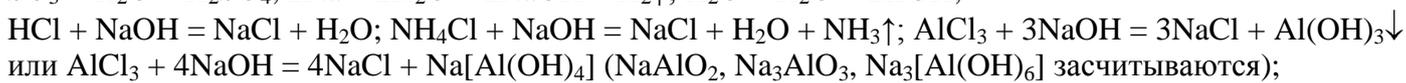
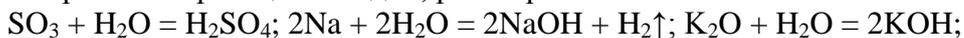
Всего **24 балла**

Задание 2. «Четвертый лишний» (авторы Чубаров А.С., Емельянов В.А.).

1. Исходное задание («лишнее» вещество выделено):

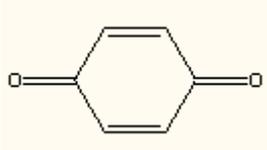
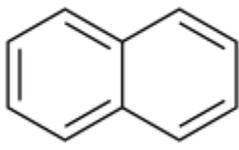
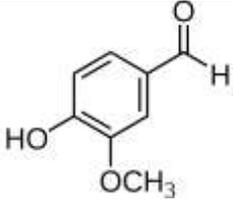
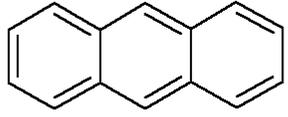
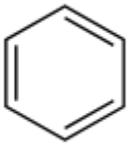
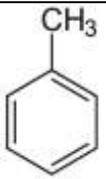
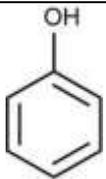
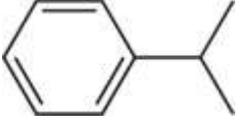
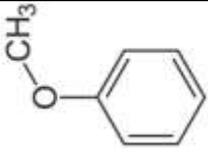
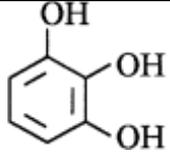
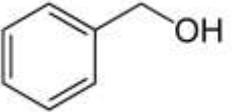
№	Характерные свойства	Формулы или названия			
		<u>п-бензо- хинон</u>	нафталин	ванилин	антрацен
1	Ароматические соединения	<u>Cr</u>	Ag	<u>V</u>	Cu
2	В атомах элементов в основном состоянии наблюдается «провал» (проскок) электрона	N ₂	Cl ₂	<u>I₂</u>	O ₂
3	Газы при н.у.	H ₂ S	NH ₃	<u>N₂</u>	SO ₂
4	Газы, имеющие резкий запах	бензол	толуол	<u>фенол</u>	кумол
5	Гомологи	H ₂ S	NH ₃	<u>CO₂</u>	CO
6	Горят в кислороде	пентин-1	<u>аллил- ацетилен</u>	метилбута- диен-1,3	цикло- пентен
7	Изомеры	Cl	<u>F</u>	Cu	H
8	Имеют более одного природного изотопа	Hg	Cl ₂	<u>NaCl</u>	H ₂ O
9	Имеют низкую температуру плавления	Li	Ca	<u>Na</u>	Sr
10	Их соли окрашивают пламя в красный цвет	HCl	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	<u>NaH</u>
11	Кислоты	SO ₃	Na	K ₂ O	<u>NaCl</u>
12	Легко реагируют с водой	HCl	NH ₄ Cl	AlCl ₃	<u>K₂CO₃</u>
13	Легко реагируют с раствором NaOH	Na ₂ SO ₃	<u>Na₂SO₄</u>	Na ₂ S	NaOH
14	Легко реагируют с соляной кислотой	CuSO ₄	FeCl ₃	<u>NaOH</u>	KMnO ₄
15	Образуют окрашенные водные растворы	фенол	<u>анизол</u>	пирогаллол	фенил- карбинол
16	Органические соединения, реагирующие с металл. натрием	Fe(OH) ₃	AgI	Cu(OH) ₂	<u>KCl</u>
17	Представляют собой окрашенные осадки	NaCl	<u>AgCl</u>	KOH	H ₂ SO ₄
18	Растворимы в воде	<u>Ar</u>	C	Cu	Fe
19	Твёрдые при н.у.	BeCl ₂	<u>SO₂</u>	HCN	CO ₂
20	Частицы имеют линейную геометрию				

2. Уравнения реакций с водой, раствором NaOH и соляной кислотой:



3. Уравнения реакций горения в кислороде: $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$; $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$.

4. Структурные формулы перечисленных органических соединений:

 п-бензохинон	 нафталин	 ванилин	 антрацен
 бензол	 толуол	 фенол	 кумол
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH}$ пентин-1	$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH}$ аллилацетилен	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{-CH}=\text{CH}_2$ метилбутадиен-1,3	 циклопентен
фенол (структура уже приведена)	 анизол	 пирогаллол	 фенилкарбинол

Система оценивания:

1. Верное соответствие свойства и строчки по 0,25 б

$$0,256 \cdot 20 = 5 \text{ б};$$

Правильно указанный «лишний» (словами или выделен) по 0,25 б

$$0,256 \cdot 20 = 5 \text{ б};$$

2-3. Уравнения реакций с коэфф. по 0,5 б (за ошибки минус 0,25 б)

$$0,56 \cdot 12 = 6 \text{ б};$$

4. Структурная формула ванилина 1 б

$$1 \text{ б};$$

Структурные формулы остальных органических соединений по 0,5 б

$$0,56 \cdot 14 = 7 \text{ б}.$$

Примечание: Итоговый балл за задачу округляется до целого или полуцелого числа.

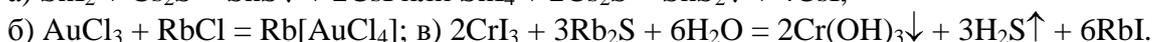
Всего **24 балла**

Задание 3. «Палитра названий» (автор Задесенец А.В.).

1. Ответы на кроссворд:

1. Цирконий. 2. Хром. 3. Бор. 4. Серебро. 5. Празеодим. 6. Золото. 7. Таллий. 8. Йод. 9. Олово.
10. Висмут. 11. Родий. 12. Хлор. 13. Рубидий. 14. Индий. 15. Цезий. 16. Сера. 17. Иридий.

2. Уравнения реакций между водными растворами бинарных веществ:



Система оценивания:

1. Каждое разгаданное слово по 1 б

$$16 \cdot 17 = 17 \text{ б};$$

2. Уравнения реакций с коэфф. по 1 б (с ошибками до 0,5 б)

$$16 \cdot 3 = 3 \text{ б};$$

Всего **20 баллов**

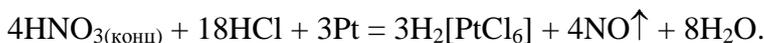
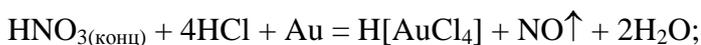
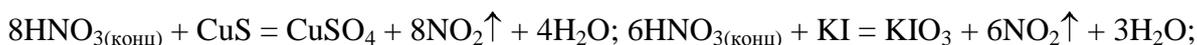
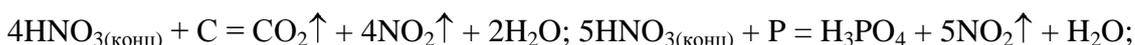
Задание 4. «"Безжизненный" элемент» (авторы Чубаров А.С., Емельянов В.А.).

1. Из описанных характеристик (в неживой природе в основном в виде простого вещества; но в живых клетках, где он 4-й среди всех элементов, он входит в состав белков, нуклеиновых кислот и т.д.) следует, что элемент **X** – азот.

Элементы, содержание которых в живых клетках больше, чем азота – это С, Н и О.

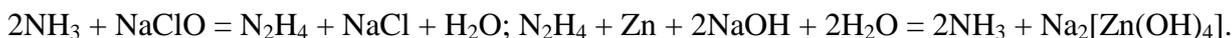
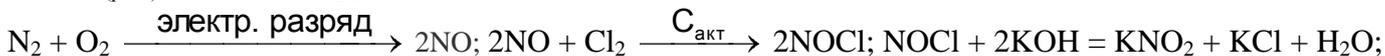
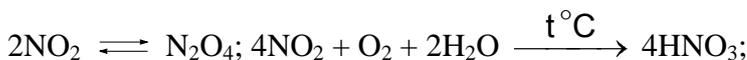
Название «азот» (от др.-греч. «азотос» – безжизненный) предложил в 1787 году Антуан Лоран Лавуазье, поскольку в то время было известно, что азот не поддерживает ни дыхания, ни горения. Это свойство и сочли наиболее важным. Хотя впоследствии выяснилось, что азот, наоборот, крайне необходим для всех живых существ, название сохранилось во французском и русском языках.

2. В тексте задачи описаны свойства концентрированной азотной кислоты и её смеси с соляной кислотой, которая называется «царская водка». Уравнения реакций, описанных в задаче:



3. **A** – азот (дiazот), **B** – аммиак, **B** – оксид азота(II), **Г** – оксид азота(IV) (диоксид азота), **Д** – азотная кислота, **Е** – нитрозилхлорид, **Ж** – нитрит калия, **З** – нитрид лития, **И** – хлорид аммония, **К** – гидразин, **Л** – димер оксида азота(IV) (тетраоксид diaзота).

Уравнения реакций (выделены реагенты и катализаторы, которыми мы заменили знаки вопроса):



4. В данном пункте речь идёт о следующей реакции: $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$. Выражение для константы равновесия K_p запишется следующим образом: $K_p = (P_{\text{NO}_2})^2 / P_{\text{N}_2\text{O}_4}$.

Если обозначить равновесное давление N_2O_4 за x , то при суммарном давлении в системе 3 атм равновесное давление NO_2 будет равно $3 - x$. При заданном значении константы равновесия получим:

$(3-x)^2/x = 24,3$. Преобразовав выражение, получим следующее квадратное уравнение:

$$x^2 - 30,3x + 9 = 0.$$

$$D = 30,3^2 - 4 \cdot 9 = 882,09.$$

$x_1 = (30,3 + 29,7)/2 = 30$ – не имеет физического смысла, поскольку суммарное давление всего 3 атм, а давление NO_2 не может быть отрицательным.

$x_2 = (30,3 - 29,7)/2 = 0,3$ – удовлетворяет условию. То есть $P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,3$ атм.

Теперь рассчитаем степень диссоциации N_2O_4 . По определению, степень диссоциации – это отношение числа продиссоциировавших частиц к исходному числу частиц (если бы они совсем не диссоциировали). Поскольку давление NO_2 составляет $3 - 0,3 = 2,7$ атм, это означает, что продиссоциировало $1/2 \cdot 2,7 = 1,35$ атм N_2O_4 . Если бы в системе находился только недиссоциированный N_2O_4 , то его давление составляло бы $1,35 + 0,3 = 1,65$ атм. То есть степень диссоциации N_2O_4 в указанных условиях составляет $\alpha_{\text{N}_2\text{O}_4} = 1,35/1,65 = 0,818$ или 81,8 %.

5. Для расчета количества газов в 1 л газовой смеси при $P = 3$ атм и $t = 105$ °C воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона $PV = \nu RT$. Отсюда $\nu = PV/RT = (3 \cdot 1)/(0,082 \cdot 378) = 0,0968$ моля.

а) общее количество молекул $n = \nu \cdot N_A = 0,0968 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 5,83 \cdot 10^{22}$ штук;

б) Чтобы посчитать количество атомов, найдем мольные доли газов в смеси: $x_{N_2O_4} = 0,3/3 = 0,1$, $x_{NO_2} = 1 - 0,1 = 0,9$. Общее количество атомов составит $(0,1 \cdot 6 + 0,9 \cdot 3) \cdot 5,83 \cdot 10^{22} = 1,92 \cdot 10^{23}$ штук.

6. Для определения направления смещения положения равновесия в реакции $N_2O_{4(г)} = 2NO_{2(г)}$ воспользуемся принципом Ле Шателье:

а) при прибавлении в систему 0,1 моля NO_2 при неизменном объеме системы увеличится только концентрация NO_2 , поэтому равновесие сместится влево (в сторону уменьшения его концентрации);

б) при увеличении общего давления (сжатии системы) равновесие сместится в сторону уменьшения объема (числа молекул), т.е. также влево;

в) при увеличении температуры равновесие сместится в сторону эндотермической реакции, т.е. вправо. Для того, чтобы определить знак теплового эффекта в реакции $N_2O_{4(г)} = 2NO_{2(г)}$, вовсе не обязательно заглядывать в справочники. В результате диссоциации N_2O_4 разрывается связь N-N, а никаких новых связей не образуется, поэтому эта реакция, безусловно, является эндотермической.

Система оценивания:

1. N, C, H, O по 0,5 б, Лавуазье 0,5 б, не поддерживает дыхание 0,5 б	0,5б*6 = 3 б;
2. Царская водка 0,5 б	0,5 б;
Уравнения реакций с коэфф. по 0,5 б (за 2 ошибки минус 0,5 б)	0,5б*8 = 4 б;
3. Любые названия, правильно отражающие состав вещества по 0,5 б	0,5б*11 = 5,5 б;
Уравнения реакций с коэфф. и kt по 0,5 б (за 2 ошибки минус 0,5 б)	0,5б*16 = 8 б;
4. Выражение для K (можно через концентрации) 1 б	1 б;
Расчет равновесного давления N_2O_4 2 б	2 б;
Расчет степени диссоциации N_2O_4 3 б	3 б;
5. Расчет количества молекул 2 б, расчет количества атомов 2 б	2б + 2б = 4 б;
6. Указание на смещение равновесия в правильную сторону по 0,5 б	0,5б*3 = 1,5 б;
Пояснение причины смещения равновесия по 0,5 б	0,5б*3 = 1,5 б;
Всего	34 балла

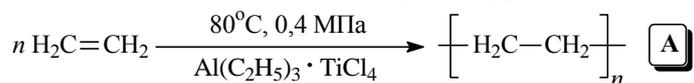
Задание 5. «Углеводород-рекордсмен» (автор Ильин М.А.).

1. Обозначим формулу углеводорода **I** в виде C_xH_y ; рассчитаем соотношение углерода и водорода в нем:

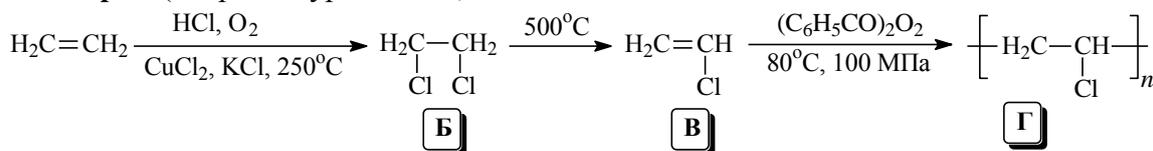
$$\frac{12x}{12x + y} = 6 \cdot \frac{y}{12x + y} \Rightarrow 12x = 6y \Rightarrow 2x = y, \text{ т.е. } C : H = 1 : 2, \text{ а простейшая формула } \mathbf{I} - CH_2.$$

2. Углеводород, о котором идет речь в задаче, – **этилен**, $H_2C=CH_2$.

3-5. **A** – полимер, который получается из этилена. Наиболее известным и широко используемым полимером на основе этилена является **полиэтилен** (аббревиатура – **ПЭ**).

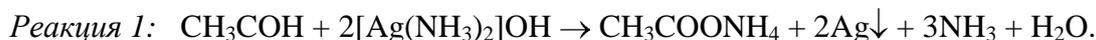
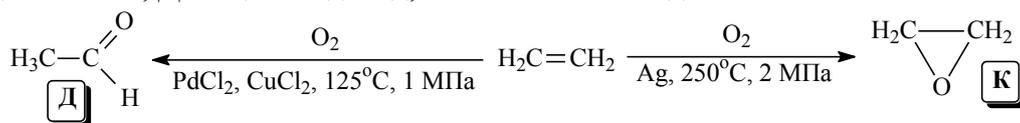


В процессе оксихлорирования (взаимодействие с $HCl + O_2$) образуется **1,2-дихлорэтан (Б)**, который при пиролизе отщепляет молекулу хлороводорода и превращается в **винилхлорид (В)**. При радикальной полимеризации винилхлорида, инициируемой перекисью бензоила, образуется полимер **Г** – **поливинилхлорид** (аббревиатура – **ПВХ**).

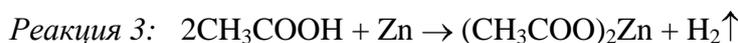
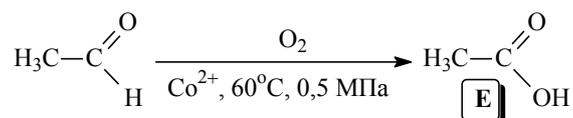


Соединения **Д** и **К** являются изомерами, образуются в результате окисления этилена кислородом в различных условиях и содержат в своем составе по одному атому кислорода и по два атома углерода. Можно предположить, что количество атомов водорода в молекулах **Д** и **К** такое же, как и в ис-

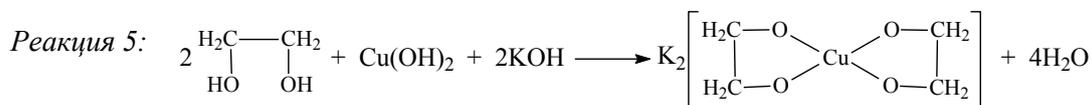
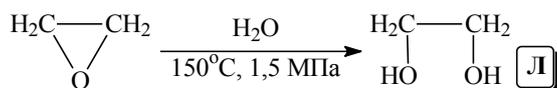
ходном углеводороде **I**, поскольку в противном случае **Д** и **К** должны быть ненасыщенными соединениями, которые, как правило, крайне нестабильны. Тогда молекулярная формула соединений **Д** и **К** C_2H_4O . Этой формуле соответствует два изомера – ациклический и циклический. Известной качественной реакцией на соединения, содержащие альдегидную группу, является реакция серебряного зеркала. Следовательно, **Д** – **ацетальдегид**, а **К** – **этиленоксид**.



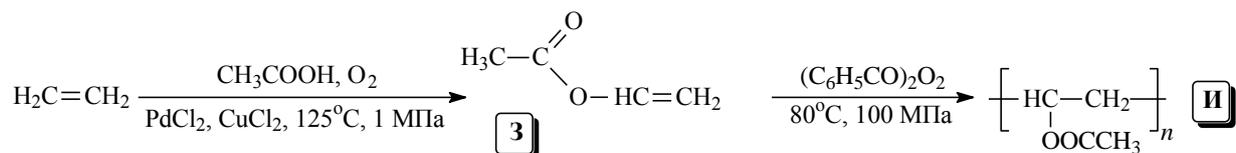
Окисление ацетальдегида приводит к образованию соединения **Е**, содержащего в своем составе по два атома кислорода и углерода и обладающего явно выраженными свойствами кислоты: взаимодействие с пищевой содой, сопровождающееся характерным "вскипанием" (бурное выделение углекислого газа), и образование горючего газа (вероятно, водорода) при взаимодействии с металлическим цинком. Т.е., **Е** – **уксусная кислота**.



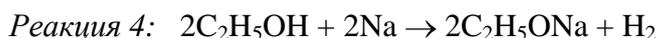
В составе соединения **Л** содержится по два атома кислорода и углерода, оно образуется при гидролизе этиленоксида, что приводит к образованию двухатомного спирта – **этиленгликоля** – вещества, в котором растворяется свежесаженный гидроксид меди(II) (в щелочной среде) с образованием ярко-синего раствора.



Реакция получения соединения **З** – это видоизменение реакции получения уксусного альдегида, которая проходит при участии уксусной кислоты. В этом случае получается **винилацетат (З)**, который затем подвергают радикальной полимеризации, и образуется **И** – **поливинилацетат** (аббревиатура – **ПВА**).



Реакция получения соединения **Ж** представляет собой гидратацию этилена в присутствии кислоты (H_3PO_4), при этом образуется **этиловый спирт** (этанол).



Система оценивания:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Простейшая формула углеводорода I (подтвержденная расчетом) 1 б | 1 б; |
| 2. Структурная формула I 0,5 б, название I 0,5 б, | 0,5б + 0,5б = 1 б; |
| 3. Структурные формулы А-Л по 0,5 б, названия А-Л по 0,5 б | (0,5б + 0,5б)*11 = 11 б; |
| 4. Аббревиатуры полимеров А, Г и И по 0,5 б | 0,5б*3 = 1,5 б; |
| 5. Уравнения реакций 1-5 по 0,5 б | 0,5б*5 = 2,5 б; |

Всего..... 17 баллов



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Второй отборочный этап 2011-2012 уч. года

Решения заданий по химии

9 класс



Задание 1. «Новогодняя химия» (автор Емельянов В.А.).

1. Максимальное количество химических элементов, которое можно отыскать, – 34:

Met O d I C He S Ca Y Ac omis Si ya i z H y U ri V Se si B Ir Sc oj ot Kr ytoj o Li m P ia Dy sh Co ĩ Ni K ov isk Re N Ne Po zd Ra vlyayut W As s Na stu Pa yuschi Mn ovy Mg odom!

Столько же элементов получится, если выбрать Es вместо гелия и серы (ее легко найти в другом месте), либо вместо селена, а также Sn вместо натрия или No вместо марганца.

2. Неметаллы: **O, I, C, He, S, Si, H, Se, B, Kr, P, N, Ne, As.**

Система оценивания:

1. Каждый символ элемента по 0,5 б (повторы не учитываются)

0,56*34 = 17 б;

2. Каждый указанный неметалл по 0,5 б (за неверное отнесение минус 0,5 б)

0,56*14 = 7 б;

Примечание: Если вместо гелия или селена выбран Es, то +0,5 б.

Всего

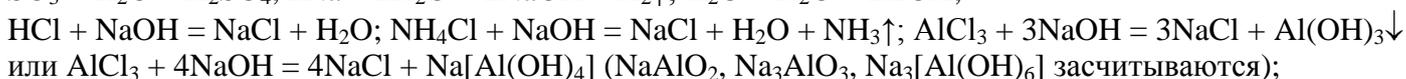
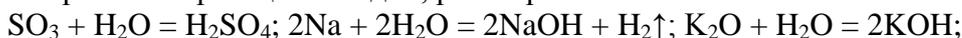
24 балла

Задание 2. «Четвертый лишний» (авторы Чубаров А.С., Емельянов В.А.).

1. Исходное задание («лишнее» вещество выделено):

№	Характерные свойства	Формулы			
1	В атомах элементов в основном состоянии наблюдается эффект электронного провала (проскок)	Cr	Ag	<u>V</u>	Cu
2	Газы при н.у.	N ₂	Cl ₂	<u>I₂</u>	O ₂
3	Горят в кислороде	H ₂ S	NH ₃	<u>CO₂</u>	CO
4	Имеют более одного природного изотопа	Cl	<u>F</u>	Cu	H
5	Имеют низкую температуру плавления	Hg	Cl ₂	<u>NaCl</u>	H ₂ O
6	Имеют резкий запах	H ₂ S	NH ₃	<u>N₂</u>	SO ₂
7	Их соли окрашивают пламя в красный цвет	Li	Ca	<u>Na</u>	Sr
8	Кислоты	HCl	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	<u>NaH</u>
9	Легко реагируют с водой	SO ₃	Na	K ₂ O	<u>NaCl</u>
10	Легко реагируют с раствором NaOH	HCl	NH ₄ Cl	AlCl ₃	<u>K₂CO₃</u>
11	Легко реагируют с соляной кислотой	Na ₂ SO ₃	<u>Na₂SO₄</u>	Na ₂ S	NaOH
12	Образуют окрашенные водные растворы	CuSO ₄	FeCl ₃	<u>NaOH</u>	KMnO ₄
13	Представляют собой окрашенные осадки	Fe(OH) ₃	AgI	Cu(OH) ₂	<u>KCl</u>
14	Растворимы в воде	NaCl	<u>AgCl</u>	KOH	H ₂ SO ₄
15	Твёрдые при н.у.	<u>Ar</u>	C	Cu	Fe
16	Являются металлами	Cu	Al	<u>Se</u>	Fe

2. Уравнения реакций с водой, раствором NaOH и соляной кислотой:



3. Уравнения реакций горения в кислороде: $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;
 $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$.

4. Аббревиатура «н.у.» расшифровывается как «нормальные условия». Этим условиям соответствует $P = 1 \text{ атм. (760 мм рт. ст., } 101325 \text{ или } 10^5 \text{ Па)}$, $T = 0 \text{ }^\circ\text{C (273,15 K)}$.

Система оценивания:

1. Верное соответствие свойства и строчки по 0,5 б	0,56*16 = 8 б;
Правильно указанный «лишний» (словами или выделен) по 0,5 б	0,56*16 = 8 б;
2-3. Уравнения реакций с коэфф. по 0,5 б (за 2 ошибки минус 0,5 б)	0,56*12 = 6 б;
4. За весь пункт 1 б (при ошибке в Т или Р или отсутствии одного ответа 0,5 б)	1б.
Всего	23 балла

Задание 3. «Палитра названий» (автор Задесенец А.В.).**1. Ответы на кроссворд:**

1. Цирконий. 2. Хром. 3. Бор. 4. Серебро. 5. Празеодим. 6. Золото. 7. Таллий. 8. Йод. 9. Олово.
10. Висмут. 11. Родий. 12. Хлор. 13. Рубидий. 14. Индий. 15. Цезий. 16. Сера. 17. Иридий.

2. Уравнения реакций между водными растворами бинарных веществ:**Система оценивания:**

1. Каждое разгаданное слово по 1 б	1б*17 = 17 б;
2. Уравнения реакций с коэфф. по 1 б (с ошибками до 0,5 б)	1б*3 = 3 б;
Всего	20 баллов

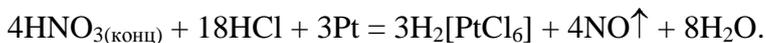
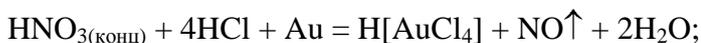
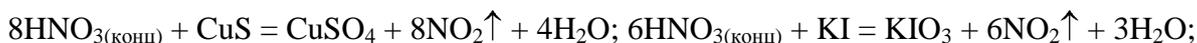
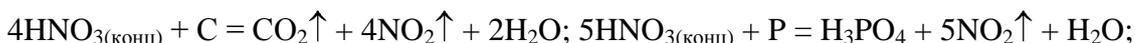
Задание 4. «"Безжизненный" элемент» (авторы Чубаров А.С., Емельянов В.А.).

1. Из описанных характеристик (в неживой природе в основном в виде простого вещества; но в живых клетках, где он 4-й среди всех элементов, он входит в состав белков, нуклеиновых кислот и т.д.) следует, что элемент **X** – азот.

Элементы, содержание которых в живых клетках больше, чем азота – это углерод, водород и кислород.

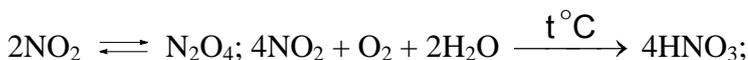
Название «азот» (от др.-греч. «азотос» – безжизненный) предложил в 1787 году Антуан Лоран Лавуазье, поскольку в то время было известно, что азот не поддерживает ни дыхания, ни горения. Это свойство и сочли наиболее важным. Хотя впоследствии выяснилось, что азот, наоборот, крайне необходим для всех живых существ, название сохранилось во французском и русском языках.

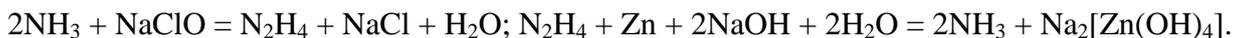
2. В тексте задачи описаны свойства концентрированной азотной кислоты и её смеси с соляной кислотой, которая называется «царская водка». Уравнения реакций, описанных в задаче:



3. **A** – азот (диазот), **B** – аммиак, **B** – оксид азота(II), **Г** – оксид азота(IV) (диоксид азота), **Д** – азотная кислота, **Е** – нитрозилхлорид, **Ж** – нитрит калия, **З** – нитрид лития, **И** – хлорид аммония, **К** – гидразин, **Л** – димер оксида азота(IV) (тетраоксид диазота).

Уравнения реакций (выделены реагенты и катализаторы, которыми мы заменили знаки вопроса):





4. В данном пункте речь идёт о следующей реакции: $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$. Выражение для константы равновесия K_p запишется следующим образом: $K_p = (P_{\text{NO}_2})^2 / P_{\text{N}_2\text{O}_4}$.

Если обозначить равновесное давление N_2O_4 за x , то при суммарном давлении в системе 3 атм равновесное давление NO_2 будет равно $3 - x$. При заданном значении константы равновесия получим: $(3-x)^2/x = 24,3$. Преобразовав выражение, получим следующее квадратное уравнение:

$$x^2 - 30,3x + 9 = 0.$$

$$D = 30,3^2 - 4 \cdot 9 = 882,09.$$

$x_1 = (30,3 + 29,7)/2 = 30$ – не имеет физического смысла, поскольку суммарное давление всего 3 атм, а давление NO_2 не может быть отрицательным.

$x_2 = (30,3 - 29,7)/2 = 0,3$ – удовлетворяет условию. То есть $P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,3$ атм.

Теперь рассчитаем степень диссоциации N_2O_4 . По определению, степень диссоциации – это отношение числа продиссоциировавших частиц к исходному числу частиц (если бы они совсем не диссоциировали). Поскольку давление NO_2 составляет $3 - 0,3 = 2,7$ атм, это означает, что продиссоциировало $\frac{1}{2} \cdot 2,7 = 1,35$ атм N_2O_4 . Если бы в системе находился только недиссоциированный N_2O_4 , то его давление составляло бы $1,35 + 0,3 = 1,65$ атм. То есть степень диссоциации N_2O_4 в указанных условиях составляет $\alpha_{\text{N}_2\text{O}_4} = 1,35/1,65 = 0,818$ или 81,8 %.

5. Для определения направления смещения положения равновесия в реакции $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{газ})} = 2\text{NO}_{2(\text{газ})}$ воспользуемся принципом Ле Шателье:

а) при прибавлении в систему 0,1 моля NO_2 при неизменном объёме системы увеличится только концентрация NO_2 , поэтому равновесие сместится влево (в сторону уменьшения его концентрации);

б) при увеличении общего давления (сжатии системы) равновесие сместится в сторону уменьшения объёма (числа молекул), т.е. также влево;

в) при увеличении температуры равновесие сместится в сторону эндотермической реакции, т.е. вправо. Для того, чтобы определить знак теплового эффекта в реакции $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{газ})} = 2\text{NO}_{2(\text{газ})}$, вовсе не обязательно заглядывать в справочники. В результате диссоциации N_2O_4 разрывается связь N-N, а никаких новых связей не образуется, поэтому эта реакция, безусловно, является эндотермической.

Система оценивания:

1. N, C, H, O по 0,5 б, Лавуазье 0,5 б, не поддерживает дыхание 0,5 б	0,5б*6 = 3 б;
2. Царская водка 0,5 б	0,5 б;
Уравнения реакций с коэфф. по 0,5 б (за 2 ошибки минус 0,5 б)	0,5б*8 = 4 б;
3. Любые названия, правильно отражающие состав вещества по 0,5 б	0,5б*11 = 5,5 б;
Уравнения реакций с коэфф. и kt по 0,5 б (за 2 ошибки минус 0,5 б)	0,5б*16 = 8 б;
4. Выражение для K (можно через концентрации) 1 б	1 б;
Расчет равновесного давления N_2O_4 2 б	2 б;
Расчет степени диссоциации N_2O_4 3 б	3 б;
5. Указание на смещение равновесия в правильную сторону по 0,5 б	0,5б*3 = 1,5 б;
Пояснение причины смещения равновесия по 0,5 б	0,5б*3 = 1,5 б;
Всего	30 баллов



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Второй отборочный этап 2011-2012 уч. года
Решения заданий по химии
8 класс



Задание 1. «Новогодняя химия» (автор Емельянов В.А.).

1. Максимальное количество химических элементов, которое можно отыскать, – 34:

Met O d I C He S Ca Y Ac omis Si ya i z H y U ri V Se si B Ir Sc oj ot Kr ytoj o Li m P ia Dy sh Co ĩ Ni K ov isk Re N Ne Po zd Ra vlyayut W As s Na stu Pa yuschi Mn ovy Mg odom!

Столько же элементов получится, если выбрать Es вместо гелия и серы (ее легко найти в другом месте), либо вместо селена, а также Sn вместо натрия или No вместо марганца.

2. Неметаллы: **O, I, C, He, S, Si, H, Se, B, Kr, P, N, Ne, As.**

Система оценивания:

1. Каждый символ элемента по 0,5 б (повторы не учитываются) 0,56*34 = 17 б;

2. Каждый указанный неметалл по 0,5 б (за неверное отнесение минус 0,5 б) 0,56*14 = 7 б;

Примечание: Если вместо гелия или селена выбран Es, то +0,5 б.

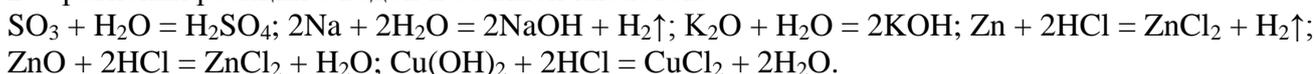
Всего **24 балла**

Задание 2. «Четвертый лишний» (авторы Чубаров А.С., Емельянов В.А.).

1. Исходное задание («лишнее» вещество выделено):

№	Характерные свойства	Формулы			
1	Газы при н.у.	N ₂	Cl ₂	<u>I₂</u>	O ₂
2	Горят в кислороде	C	S	<u>CO₂</u>	CO
3	Имеют низкую температуру плавления	Hg	Cl ₂	<u>NaCl</u>	H ₂ O
4	Имеют резкий запах	H ₂ S	NH ₃	<u>CO₂</u>	SO ₂
5	Кислоты	HCl	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	<u>NaH</u>
6	Легко реагируют с водой	SO ₃	Na	K ₂ O	<u>NaCl</u>
7	Легко реагируют с соляной кислотой	Zn	ZnO	<u>Cu</u>	Cu(OH) ₂
8	Образуют окрашенные водные растворы	CuSO ₄	FeCl ₃	<u>NaOH</u>	KMnO ₄
9	Представляют собой окрашенные осадки	Fe(OH) ₃	AgI	Cu(OH) ₂	<u>KCl</u>
10	Растворимы в воде	NaCl	<u>AgCl</u>	KOH	CuSO ₄
11	Твёрдые при н.у.	<u>Ar</u>	C	Cu	Fe
12	Являются металлами	Cu	Al	<u>Se</u>	Fe

2. Уравнения реакций с водой и соляной кислотой:



3. Уравнения реакций горения в кислороде: C + O₂ = CO₂; S + O₂ = SO₂; 2CO + O₂ = 2CO₂.

4. Аббревиатура «н.у.» расшифровывается как «нормальные условия». Этим условиям соответствует P = 1 атм. (760 мм рт. ст., 101325 или 10⁵ Па), T = 0 °C (273,15 K).

Система оценивания:

1. Верное соответствие свойства и строчки по 0,5 б 0,56*12 = 6 б;

Правильно указанный «лишний» (словами или выделен) по 0,5 б 0,56*12 = 6 б;

2-3. Уравнения реакций с коэфф. по 1 б (с ошибками до 0,5 б) 16*9 = 9 б;

4. За весь пункт 1 б (при ошибке в T или P или отсутствии одного ответа 0,5 б) 1б.

Всего **22 балла**

Задание 3. «Палитра названий» (автор Задесенец А.В.).

1. Ответы на кроссворд:

1. Цирконий. 2. Хром. 3. Бор. 4. Серебро. 5. Празеодим. 6. Золото. 7. Таллий. 8. Йод. 9. Олово.
10. Висмут. 11. Родий. 12. Хлор. 13. Рубидий. 14. Индий. 15. Цезий. 16. Сера. 17. Иридий.

2. Уравнения реакций между водными растворами бинарных веществ:



Система оценивания:

1. Каждое разгаданное слово по 1 б

$16 * 17 = 17 \text{ б}$;

2. Уравнения реакций с коэфф. по 1 б (с ошибками до 0,5 б)

$16 * 3 = 3 \text{ б}$;

Всего

20 баллов