

Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по химии

для 8 класса

2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Условие:

Прочитайте историю и отметьте знаком все **химические** явления, упомянутые в тексте, а знаком **✗** — **физические**.



Ответ:

Путешествуя по волшебной стране, Элли с Тотошкой встретили добрую волшебницу — мастерицу зельеварения. Она как раз готовила компоненты будущего зелья, **нагревая ✗** железные опилки на воздухе и в результате **получая** бурый порошок оксида железа (III) А.

Нужный компонент волшебница приготовила **растворением** бурого порошка в азотной кислоте; затем, **выпарив ✗** раствор, зельевар получила красивые светло-фиолетовые кристаллы. Наконец, прокалив полученные кристаллы на воздухе при высокой температуре, волшебница получила чёрный порошок смешанного оксида В (в формульной записи бинарного вещества В всего семь атомов, из них три атома железа), который **притягивается ✗** к магниту. Хотя изготовление зелья непосредственно из твёрдого чёрного порошка В возможно разве что в волшебной стране, даже Элли способна добиться результата безо всякой магии в своей мини-лаборатории в Канзасе. Для этого нужно **сжечь** железные опилки в токе хлора, в результате чего образуется бурое вещество С ($\omega(\text{Cl}) =$

65.54 %), а другие опилки растворить в соляной кислоте для получения светло-зелёного раствора вещества D, а затем раствор NaOH, Элли получила чёрный осадок и, наконец, добавлением к осадку жирной кислоты она смогла получить жидкое зелье с очень интересными магнитными свойствами — ферромагнитную жидкость.

По 0.5 балла за каждый верный ответ

Условие:

Запишите формулы веществ A-D.

Ответ:

A	Fe_2O_3
B	Fe_3O_4
C	FeCl_3
D	FeCl_2

По 1 баллу за каждый верный ответ

Максимальный балл за задание — 7.5 баллов

Решение.

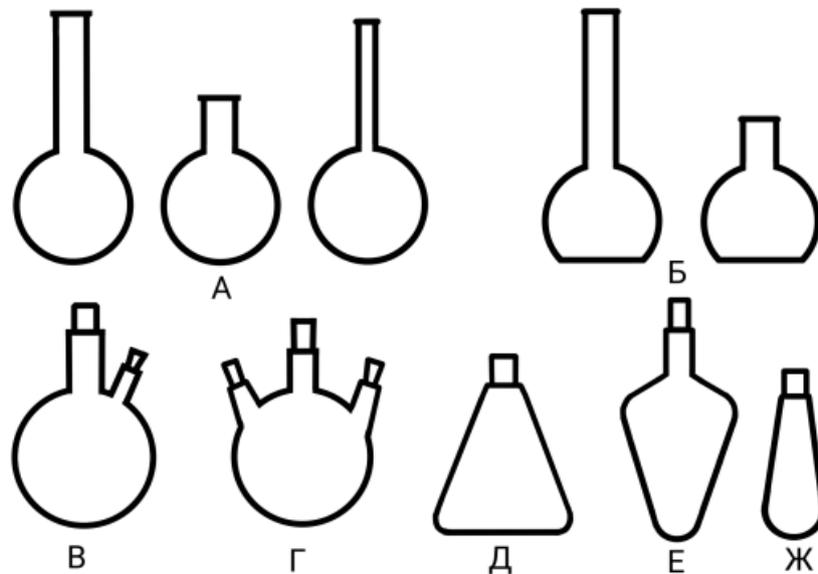
Поскольку при нагревании железа на воздухе образуется новое вещество, то его **получение**[2] — это химическое явление, но само **нагревание**[1] — это, безусловно, физическое явление. $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3$. При **растворении**[3] порошка оксида железа (III) Fe_2O_3 — **A** в азотной кислоте образуется новое вещество, что является химическим процессом: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 = 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$. При выпаривании растворителя концентрация нитрата железа (III) в растворе возрастает, что приводит к его выделению из раствора в виде кристаллогидрата $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, который затем подвергают разложению при высокой температуре: $6\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 18\text{NO}_2 + 54\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$. Fe_3O_4 — **B**. Процессы

выпаривания[4] и **притяжения**[5] к магниту являются физическими явлениями. При **сжигании**[6] железа в токе хлора образуется новое соединение — хлорид железа (III) **FeCl₃** — **С**, что относится к химическим явлениям: $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$. При растворении железа в соляной кислоте образуется хлорид железа(II): $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$, **FeCl₂** — **Д**. При взаимодействии растворов **FeCl₂**, **FeCl₃** и **NaOH** **получается**[7] гидратированный **Fe₃O₄**: $\text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 8\text{NaOH} + (x-4)\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 8\text{NaCl}$, что является химическим процессом. Формулы веществ **В** и **С** можно установить при помощи расчетов. Поскольку **В** — это смешанный оксид, на 1 формульную единицу приходится 3 атома железа и $7-3 = 4$ атома кислорода. Получим формулу для расчета молярной массы вещества **С**: $M(\text{C}) = 35.5n/0.6554 = 54.16n$, где n — степень окисления железа в его хлориде **С**. Поскольку **С** — это хлорид железа, то $M(\text{C}) = 56 + 35.5n = 54.16n$, отсюда получаем $n = 3$.

Задание № 2

Общее условие:

Даны изображения классических химических колб, часто используемых в лабораторной практике.



Условие:

Установите соответствие между колбами и их названиями.

Ответ:

А	Круглодонные колбы
Б	Плоскодонные колбы
В	Двугорлая колба
Г	Трёхгорлая колба
Д	Коническая колба
Е	Каплевидная колба
Ж	Грушевидная колба

По 0.5 балла за каждую верную пару

Точное совпадение ответов — 3.5 балла

Решение.

А — круглодонные колбы.

Б — плоскодонные колбы.

В — двухгорлая колба.

Г — трёхгорлая колба.

Д — коническая колба.

Е — каплевидная колба.

Ж — грушевидная колба.

Задание № 3

Условие:

Установите соответствие между смесями и способами их разделения.

Ответ:

Раствор сахара в воде	Сублимация при охлаждении
Раствор хлорида натрия в воде	Перегонка при кипячении
Смесь медных и древесных опилок	Флотация
Смесь песка и воды	Фильтрация
Смесь железной руды и пустой породы	Магнитная сепарация

По 1 баллу за каждую верную пару

Точное совпадение ответов — 5 баллов

Решение.

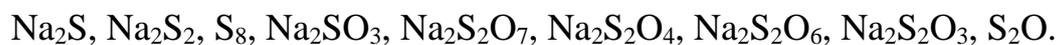
1. Сахар нельзя отделить от воды при помощи кипячения, поскольку при нагревании образуется карамель. Для отделения следует использовать мягкие условия — пониженное давление и низкие температуры, то есть сублимацию при охлаждении.
2. Хлорид натрия не разлагается в водной среде при повышенных температурах, поэтому для его отделения от воды можно использовать перегонку при кипячении.
3. Медные и древесные опилки можно разделить при помощи флотации в воде: древесные опилки всплывут на поверхность, а медные осядут на дно.
4. Песок и воду можно разделить при помощи фильтрации.

5. Смесь железной руды и пустой породы разделяют с помощью магнитной сепарации.

Задание № 4

Условие:

Дан ряд соединений серы в степенях окисления от до -2 до +6



Выберите средние степени окисления серы для каждого соединения:

Ответ:

Вещество	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
Степень окисления серы	+2	+6	+3
Вещество	S_2O	Na_2S	S_8
Степень окисления серы	+1	-2	0
Вещество	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6$	Na_2SO_3	Na_2S_2
Степень окисления серы	+5	+4	-1

За каждый верный ответ — по 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 4.5 балла

Решение.

Для каждого из предложенных соединений можно считать, что натрий и кислород имеют постоянные степени окисления +1 и -2 соответственно. Отсюда следует, что степени окисления атомов серы рассчитываются из условия о равенстве суммы степеней окисления нулю.

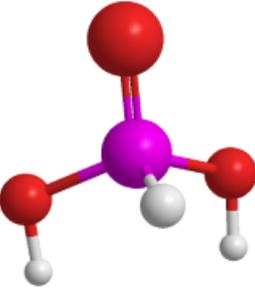
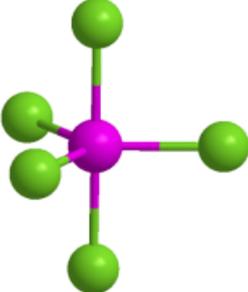
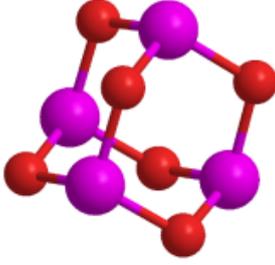
Задание № 5

Условие:

Даны изображения шаростержневых моделей молекул соединений фосфора. Белые шары обозначают атомы водорода, фиолетовые — фосфора, зелёные — хлора, красные — кислорода.

Запишите формулы указанных соединений.

Ответ:

		
H_3PO_3	PCl_5	P_4O_6

За каждый верный ответ — по 1 баллу

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение.

Внимательным пересчетом шаров можно получить формулы веществ:

Соединение 1 — H_3PO_3

Соединение 2 — PCl_5

Соединение 3 — P_4O_6 .

Задание № 6.1

Общее условие:

В процессе приготовления борща в бульон часто добавляют 2 столовые ложки 9 % по массе уксусной кислоты (плотность раствора 1.01 г/мл). В распоряжении хозяйки оказалась только 70 % по массе уксусная эссенция (плотность 1.07 г/мл).

Условие:

Какие объёмы уксусной эссенции и воды нужно смешать для получения 100 мл указанного 9 % раствора? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

Ответ:

Объём уксусной эссенции: 12

Объём воды: 88

По 1 баллу за каждый верный ответ

Условие:

Рассчитайте массовую долю уксусной кислоты в бульоне, если объём бульона составляет 5 л. Объём одной столовой ложки — 18 мл, плотность бульона принять равной плотности воды. Ответ выразите в процентах, округлите до тысячных.

Ответ: 0.065

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Рассчитаем массу уксусной кислоты в 100 мл её 9 % раствора: $m(\text{р-ра}) = 101 = 101 \text{ г}$, $m(\text{УК}) = 101 * 0.09 = 9.09 \text{ г}$. Рассчитаем объём уксусной эссенции, который содержит такую массу уксусной кислоты: $m(\text{УК.ЭСС}) = 9.09 / 0.7 = 13 \text{ г}$, $V(\text{УК.ЭСС}) = 13 / 1.07 = 12.15 \text{ мл}$. Наконец, масса воды рассчитывается исходя из массы раствора и массы уксусной эссенции: $m(\text{H}_2\text{O}) = 101 - 13 = 88 \text{ г}$, $V(\text{H}_2\text{O}) = 88 \text{ мл}$.

В двух столовых ложках ($18 * 2 = 36 \text{ мл}$) содержится $36 * 1.01 = 36.36 \text{ г}$ раствора уксусной кислоты. Тогда $m(\text{УК}) = 36.36 * 0.09 = 3.27 \text{ г}$, её массовая доля в бульоне равна $3.27 / 5000 = 0.000654 = 0.0654 \%$.

Задание № 6.2

Общее условие:

В процессе приготовления борща в бульон часто добавляют 1 столовую ложку 18 % по массе уксусной кислоты (плотность раствора 1.02 г/мл). В распоряжении хозяйки оказалась только 70 % по массе уксусная эссенция (плотность 1.07 г/мл).

Условие:

Какие объёмы уксусной эссенции и воды нужно смешать для получения 100 мл указанного 18 % раствора? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

Ответ:

Объём уксусной эссенции: 24

Объём воды: 76

По 1 баллу за каждый верный ответ

Условие:

Рассчитайте массовую долю уксусной кислоты в бульоне, если объём бульона составляет 5 л. Объём одной столовой ложки — 18 мл, плотность бульона принять равной плотности воды. Ответ выразите в процентах, округлите до тысячных.

Ответ: 0.066

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 6.1.

Задание № 7.1

Общее условие:

Для синтеза аммиака (NH_3) азот и водород смешали в стехиометрическом соотношении, получив 40 моль смеси. Данную смесь пропустили через реактор с катализатором, в результате образовалось 34 моль газовой смеси.

Условие:

Определите выход реакции получения аммиака. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 30

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите среднюю молярную массу конечной газовой смеси. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

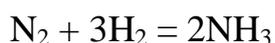
Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Максимальный балл за задание — 3.5 балла

Решение.

Реакция синтеза аммиака



В 40 моль стехиометрической смеси содержится 10 моль азота и 30 моль водорода.

Составим таблицу изменений количеств веществ:

Вещество	N ₂	H ₂	NH ₃
Начальное количество вещества, моль	10	30	0
Изменение	-x	-3x	+2x
Конечное количество вещества	10-x	30-3x	2x
Конечное количество вещества, моль	7	21	6

Причем в сумме конечные количества веществ дают 34 моль, следовательно можно составить уравнение $40 - 2x = 34$, откуда x равен 3 моль.

Отсюда можно получить выход реакции

$$\eta = \frac{n(\text{N}_2)_{\text{изменение}}}{n(\text{N}_2)_{\text{начальное}}} * 100 \% = 30 \%$$

Из приведённых в таблице конечных количеств веществ можно рассчитать массу смеси

$$m(\text{смеси}) = m(\text{H}_2) + m(\text{N}_2) + m(\text{NH}_3) = 21 * 2 + 7 * 28 + 6 * 17 = 340 \text{ г}$$

$$M(\text{смеси})_{\text{ср}} = \frac{m(\text{смеси})}{n(\text{смеси})} = \frac{340}{34} = 10 \text{ г/моль}$$

Задание № 7.2

Общее условие:

Для синтеза аммиака (NH_3) азот и водород смешали в стехиометрическом соотношении, получив 60.0 моль смеси. Данную смесь пропустили через реактор с катализатором, в результате образовалось 50.1 моль газовой смеси.

Условие:

Определите выход реакции получения аммиака. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 33

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите среднюю молярную массу конечной газовой смеси. Ответ выразите в г/моль, округлите до десятых.

Ответ: 10.2

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

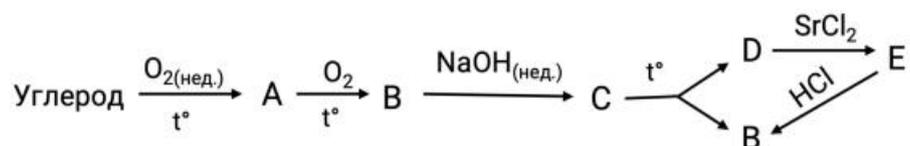
Максимальный балл за задание — 3.5 балла

Решение по аналогии с заданием № 7.1.

Задание № 8

Общее условие:

Дана схема превращений соединений углерода А-Е.



Условие:

Запишите формулы веществ А-Е.

Ответ:

А	CO
В	CO ₂
С	NaHCO ₃
Д	Na ₂ CO ₃
Е	SrCO ₃

Примечание.

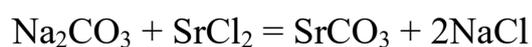
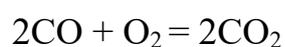
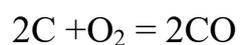
Углерод реагирует с недостатком кислорода с образованием вещества А, которое уже с избытком кислорода даёт вещество В. Данное вещество, вступая в реакцию с недостатком гидроксида натрия, превращается в кислую соль С, которая при нагревании разлагается на вещество В и соль Д. Соль Д вступает во взаимодействие с хлоридом стронция с образованием вещества Е, реагирующего с соляной кислотой. В последней описанной реакции также получается вещество В.

По 1 баллу за каждый верный ответ

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

В недостатке кислорода углерод сгорает до оксида углерода (II), потом он доокисляется до оксида углерода (IV). Затем полученный CO_2 реагирует с недостатком щелочи с образованием кислой соли гидрокарбоната натрия. Эта соль разлагается на два соединения углерода: вышеупомянутый CO_2 и Na_2CO_3 . В реакции с хлоридом стронция карбонат натрия дает осадок карбоната стронция, который может быть растворен в соляной кислоте.



Задание № 9.1

Условие:

Термофильные археи *Nanoarchaeum equitans*, обнаруженные в 2002 году в гидротермальных выходах у берегов Исландии, являются мельчайшими в мире свободноживущими клеточными организмами. Их диаметр составляет около 400 нм, в клетках находится глюкоза в концентрации примерно 0.001 моль/л.

Сколько молекул глюкозы находится в одной клетке? Ответ округлите до целых. Объём клетки рассчитывайте по формуле $V = \frac{4\pi}{3}R^3$, где R — радиус шара, $\pi \approx 3.14$.

Ответ: 20163

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Число моль глюкозы в клетке можно рассчитать по формуле $n = CV$.

Полученное значение можно перевести в количество молекул через число

Авогадро $N = n \cdot N_A$

Итоговая формула для расчёта

$$N = \frac{4\pi}{3}R^3 \cdot C \cdot N_A =$$

$$= 4 \cdot 3 \cdot 3.14 \cdot (400/2 \cdot 10^{-9} \text{ м})^3 \cdot 0.001 \text{ моль/л} \cdot 1000 \text{ л/м}^3 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} \approx 20163$$

Задание № 9.2

Условие:

Термофильные археи *Nanoarchaeum equitans*, обнаруженные в 2002 году в гидротермальных выходах у берегов Исландии, являются мельчайшими в мире свободноживущими клеточными организмами. Их диаметр составляет около 400 нм, в клетках находится глюкоза в концентрации примерно 0.003 моль/л.

Сколько молекул глюкозы находится в одной клетке? Ответ округлите до целых. Объем клетки рассчитывайте по формуле $V = \frac{4\pi}{3}R^3$, где R — радиус шара, $\pi \approx 3.14$.

Ответ: 60489

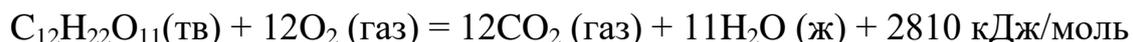
Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение по аналогии с заданием № 9.1.

Задание № 10.1

Общее условие:

В вашем распоряжении имеется стакан сока объёмом 200 мл с содержанием сахарозы 12 г на 100 мл. При окислении сахарозы протекает уравнение реакции с выделением тепла:



Условие:

Какое количество смартфонов можно полностью зарядить при помощи энергии, выделяющейся при окислении данного количества сахарозы? Полная зарядка одного смартфона требует 53.28 кДж энергии.

Ответ: 3

Точное совпадение ответа — 2 балла

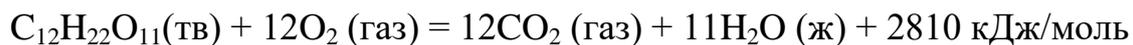
Решение.

В 200 мл сока содержится $12 \cdot 2 = 24$ г сахарозы, тогда её количество вещества равно $24/342 = 0.0702$ моль. Количество тепла, выделяющееся при окислении данного количества сахарозы, равно $0.0702 \cdot 2810 =$

Задание № 10.2

Общее условие:

В вашем распоряжении имеется стакан сока объёмом 250 мл с содержанием сахарозы 12 г на 100 мл. При окислении сахарозы протекает уравнение реакции с выделением тепла:



Условие:

Какое количество смартфонов можно полностью зарядить при помощи энергии, выделяющейся при окислении данного количества сахарозы? Полная зарядка одного смартфона требует 53.28 кДж энергии.

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение по аналогии с заданием № 10.2.

Задание № 11

Общее условие:

Дан список твёрдых веществ:



Условие:

Отметьте в таблицах характерные для них типы химических связей и кристаллических решёток. Для каждого вещества может быть отмечено более одного верного ответа.

Ответ:

Типы химических связей	Вещества					
	NaCl	(NH ₄) ₂ SO ₄	CO ₂	Fe	Алмаз	NaBH ₄
Ковалентная полярная		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Ковалентная неполярная					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ионная	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Металлическая				<input checked="" type="checkbox"/>		

Типы кристаллических решёток	Вещества					
	NaCl	(NH ₄) ₂ SO ₄	CO ₂	Fe	Алмаз	NaBH ₄
Молекулярная			<input checked="" type="checkbox"/>			
Атомная					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ионная	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Металлическая				<input checked="" type="checkbox"/>		

Частичное совпадение ответа:

По 0.125 балла за каждую верно отмеченную и каждую верно неотмеченную ячейку таблицы

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

Из классических определений типов химической связи и кристаллических решеток следует:

Типы химических связей	Вещества					
	NaCl	(NH ₄) ₂ SO ₄	CO ₂	Fe	Алмаз	NaBH ₄
Ковалентная полярная		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Ковалентная неполярная					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ионная	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Металлическая				<input checked="" type="checkbox"/>		

Типы кристаллических решёток	Вещества					
	NaCl	(NH ₄) ₂ SO ₄	CO ₂	Fe	Алмаз	NaBH ₄
Молекулярная			<input checked="" type="checkbox"/>			
Атомная					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ионная	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Металлическая				<input checked="" type="checkbox"/>		

Задание № 12

Условие:

Дан список оксидов:

CaO, Al₂O₃, SO₃, NO, CuO, CrO₃

Распределите оксиды по классам.

Ответ:

CaO	Основный
Al ₂ O ₃	Амфотерный
SO ₃	Кислотный
NO	Несолеобразующий
CuO	Основный
CrO ₃	Кислотный

По 0.5 балла за каждую верную пару

Условие:

Запишите формулу продукта взаимодействия вышеуказанных кислотного оксида неметалла и амфотерного оксида.

Ответ: Al₂(SO₄)₃

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

CaO и CuO являются основными оксидами, как и большинство оксидов металлов в степени окисления +2, за исключением амфотерных BeO, SnO, PbO и ZnO. К кислотным оксидам обычно относят оксиды неметаллов, способные реагировать с водой или щелочами, например, Cl₂O, CO (иногда

считает несолеобразующим, хотя реагирует со щёлочью при давлении и нагревании), B_2O_3 , SO_2 , P_2O_5 , SO_3 , Cl_2O_7 , XeO_4 . Заметим, что металлы также могут образовывать кислотные оксиды, например V_2O_5 , CrO_3 , Mn_2O_7 , Несолеобразующим оксидом является NO , амфотерным — Al_2O_3 , как и многие другие оксиды металлов в степенях окисления +3 и +4.