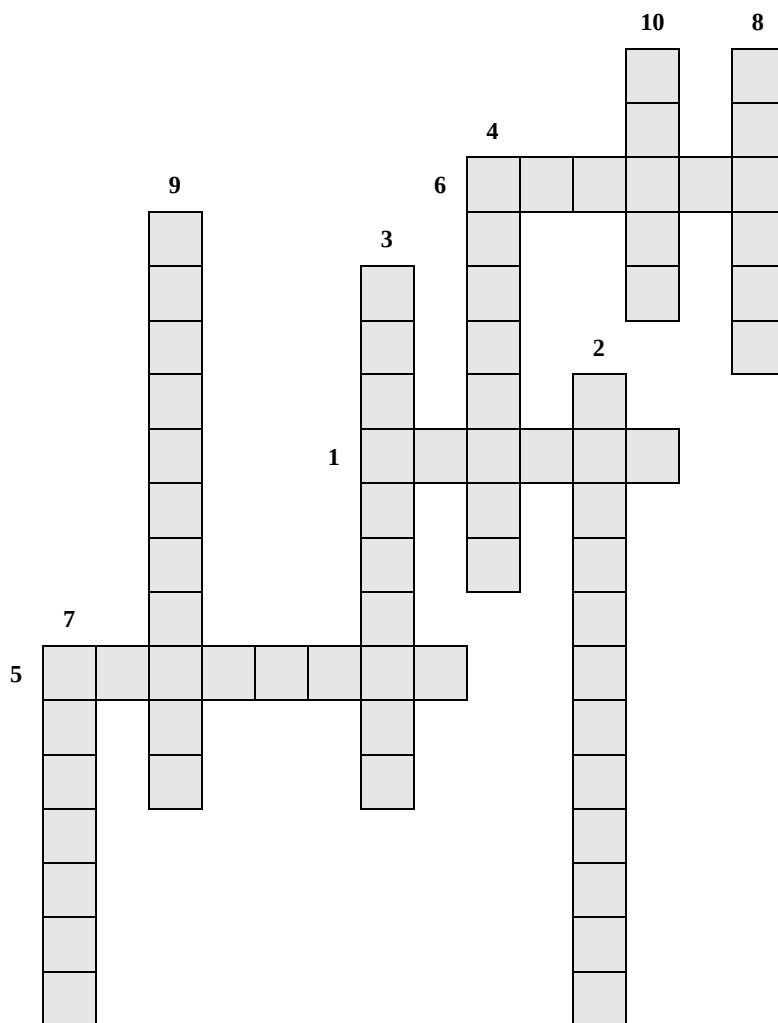


Большая олимпиада Росхим по химии и химической технологии

2024-2025 учебный год
Задания отборочного этапа
7-8 класс

Задача 1. Кроссворд

Мы предлагаем решить вам небольшой кроссворд, некоторые ответы из которого тесно связаны с производствами АО «Росхим».



Вопросы по вертикали:

2. Тривиальное название для соды, используемой благодаря своим едким и щелочным свойствам как средство для очистки труб.
3. Синтетический материал, содержащий в качестве основного компонента различные полимеры. В зависимости от вида этого материала, из него можно изготовить бутылки, упаковки, пищевые плёнки, пакеты, оконные рамки и даже слуховые аппараты.
4. Один из атмосферных газов, образующий при разряде молнии озон.
7. Воскообразное вещество белого цвета, часто применяемое в качестве смазочного материала. Кроме того, из этого же вещества делают [...]овые свечи.
9. Соединение, включающее в себя только атомы углерода и водорода.
8. Вид топлива для транспорта, основная продукция «Газпром нефтехим Салават».
10. Отрицательно заряженный атом или соединение нескольких атомов.

Вопросы по горизонтали:

1. Кислота, используемая как электролит в автомобильных аккумуляторах, один из сопутствующих продуктов производства титана на предприятиях «Росхима».
5. Бытовой антисептик, встречающийся чаще всего в виде 3%-го раствора.
6. Положительно заряженный атом или соединение нескольких атомов.

Задача 2. Простое вещество



Простое вещество **X** является одним из продуктов производства на многих предприятиях АО «Росхим». Выпускается вещество **X** в двух формах: газообразной и жидкой.

Газообразное вещество **X** применяется для создания инертной атмосферы при производстве, хранении и транспортировании легко окисляемых продуктов, при высокотемпературных процессах обработки металлов, для консервации замкнутых металлических сосудов и других процессов.

Жидкое вещество **X** ввиду крайне низкой температуры кипения ($-195,75^{\circ}\text{C}$) применяется в качестве хладагента для промышленного и медицинского оборудования.

История открытия вещества **X** начинается в 1772 году, когда Г. Кавендиш проводил опыты с воздухом. После многократного пропускания воздуха над раскаленным углем (*реакция 1*), а затем через концентрированный раствор натриевой щелочи (*реакция 2*), Г. Кавендиш получил остаток, содержащий **X**, который назвал «мефетическим», или удушливым воздухом, но не смог определить полученный газ.

Опыты Г. Кавендиша повторили другие ученые: Д. Пристли, Д. Резерфорд и К. Шееле. Опыты Г. Кавендиша повторили другие ученые: Д. Пристли, Д. Резерфорд и К. Шееле. Однако Пристли и Резерфорд были приверженцами популярной тогда теории существования «флогистона», который содержится в горючих веществах и обуславливает их горение, и не могли точно определить получающееся вещество **X**. К. Шееле же первым описал атмосферный воздух как смесь отдельных газов, «огненного воздуха» (кислорода) и «грязного воздуха» (вещества **X**).

1. Какое вещество скрывается за буквой **X**? В качестве ответа напишите формулу данного вещества в формате: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.
2. Какие продукты получались в ходе *реакций 1-2*? В качестве ответа напишите для каждой из реакций формулы веществ с *наибольшей* молярной массой. Учтите, что щелочь в *реакции 2* находится в избытке.

Кроме вещества **X** в простом виде, в промышленности широко производятся соединения его элемента X^1 . К примеру, кислота **Y**, в которой элемент X^1 находится в своей высшей степени окисления, является одним из самых крупнотоннажных продуктов химической промышленности. Ее применение крайне разнообразное: производство удобрений, взрывчатых веществ, красителей, лекарств, в органическом синтезе, в ювелирном деле и многом другом.

Современный способ производства кислоты **Y** состоит из трех стадий. На первой стадии водородное соединение X^1H_3 подвергается окислению кислородом на платиновом катализаторе с получением смеси двух оксидов X^1O и X^1O_2 . (*реакция 3*). На второй стадии остаточное количество X^1O в смеси снова окисляют кислородом, в результате чего он превращается в X^1O_2 (*реакция 4*). На последней стадии X^1O_2 поглощается водой в присутствии кислорода, превращаясь в кислоту **Y** (*реакция 5*).

3. Запишите уравнения протекающих реакций. В качестве ответов укажите *минимальную целочисленную сумму* коэффициентов для каждой из этих реакций.
4. В случае взаимодействия X^1O_2 с водой в отсутствии кислорода, X^1O_2 диспропорционирует, а в растворе, помимо **Y**, образуется еще одна кислота. Укажите формулу данной кислоты.

Задача 3. Поташ

Продукция ООО «Сода-хлорат» находит свое применение во многих отраслях промышленности – от простейших технических решений до высокотехнологичных производств.

Одним из таких продуктов является карбонат калия K_2CO_3 , или же поташ. Поташ используется в широком спектре задач: от мыловарения до производства комбикормов. Предлагаем вам взглянуть на карбонат калия и его применение в жизни человека поближе. Для начала рассмотрим сам карбонат калия.



1. Рассчитайте отдельно общее количество протонов и нейтронов в одной формульной единице K_2CO_3 . Рассчитайте молярную массу рассматриваемого вещества. *Ответы округляйте до целых.*
2. Какое число формульных единиц содержится в 69 килограммах этого вещества? В качестве ответа запишите получившееся число в формате $X \cdot 10^Y$ и укажите в полях значения соответствующих коэффициентов, *округлив их до целых. Например, для числа $1,3 \cdot 10^{100}$ в качестве ответа нужно записать «1» в поле «X» и «100» в поле «Y».*

Одна из сфер применения поташа – строительная. Добавка K_2CO_3 в строительный раствор снижает его температуру замерзания, что облегчает строительство в зимний период.

3. Рассчитайте массу карбоната калия, необходимого для приготовления 50 м^3 строительного раствора марки М150 ($\rho = 1530 \text{ кг/м}^3$) с допустимой температурой твердения -20°C . Дополнительно известно, что массовая доля K_2CO_3 в готовом растворе составляет 0,03 %. *Ответ дайте в кг, округлив до целых.*

Благодаря своей гигроскопичности карбонат калия также используется как осушитель органических жидкостей (например, спиртов), поскольку не растворяется в них. При осушении образуется кристаллогидрат, который при осторожном нагревании полностью обезвоживается, после чего поташ можно использовать повторно.

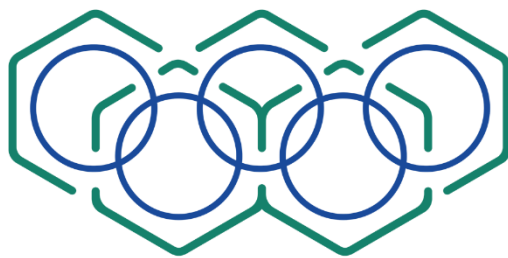
4. Определите количество молекул воды в кристаллогидрате, если для полного поглощения 135 мл воды необходимо 690 грамм безводного K_2CO_3 .

Карбонат калия применяется для изготовления стекол различного предназначения. Использование поташа в качестве основы для стекла значительно увеличивает его твердость.

Технология производства стекла заключается в запекании *шихты* – смеси исходных материалов, рассчитанных на получение конечного продукта после термической обработки. В результате спекания получается «жидкое стекло», в которое добавляют другие компоненты для изменения его свойств и цвета (например, небольшое количество FeO придает стеклу зелёный оттенок). После этого расплав отливают по форме и дают застыть.

Для получения калиево-кальцевого стекла подготавливают шихту, в состав которой входят кварцевый песок, карбонаты калия и кальция. В процессе обжига карбонаты разлагаются, образуя соответствующие оксиды. Готовое стекло представляет собой соединение состава $\text{CaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$.

5. Определите массы исходных веществ, необходимых для изготовления 1 кг стекла, если известно, что кварцевый песок содержит в себе 0.5 %_{масс} примесей, которые не входят в состав конечного продукта. *Ответы укажите в граммах, округлив до целых.*



Большая олимпиада Росхим по химии и химической технологии

2024-2025 учебный год
Решения отборочного этапа
7-8 класс

Задача 1. Кроссворд

1. Серная
2. Каустическая
3. Пластмасса
4. Кислород
5. Перекись
6. Катион
7. Парафин
8. Бензин
9. Углеводород
10. Анион

Система оценивания:

1. Ответы по 1 баллу

10 баллов

ИТОГО 10 баллов

Задача 2. Простое вещество

1. Определить зашифрованный в задаче элемент помогают подсказки, расположенные в первой части задачи. В частности, на то, что элемент **X** – азот N_2 , явно указывает его применение в качестве хладагента (в жидком виде) для промышленного оборудования. Также помочь определить азот могут описания опытов учёных по связыванию кислорода.
2. Уравнения реакций:
 $C + O_2 \rightarrow CO_2$ (реакция 1)
 $CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$ (реакция 2)
3. Во второй части задачи описывается синтез кислоты **Y** – азотной кислоты HNO_3 . На неё указывает её синтез путём окисления аммиака кислородом на платиновом катализаторе, а также подсказка о высшей степени окисления азота в её молекуле.
Уравнения реакций:
 $2NH_3 + 3O_2 \rightarrow NO_2 + NO + 3H_2O$ (реакция 3)
 $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ (реакция 4)
 $4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$ (реакция 5)
4. В случае растворения в воде оксида азота (IV) в отсутствии кислорода, проходит следующая реакция, в которой дополнительно образуется **азотистая кислота** HNO_2 :
 $2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$

Система оценивания:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Формула вещества X | 1 балл |
| 2. Продукт реакции 1 1 балл
Продукт реакции 2 2 балла | 3 балла |
| 3. Суммы коэффициентов в реакциях 3-5 по 5 баллов | 15 баллов |
| 4. Формула кислоты | 1 балл |

ИТОГО 20 баллов

Задача 3. Поташ

1. Общее количество протонов: $19 \cdot 2 + 6 + 8 \cdot 3 = 68$

Общее количество нейтронов: $20 \cdot 2 + 6 + 8 \cdot 3 = 70$

Молярная масса поташа: $39 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 138$

2. Число формульных единиц $= N_a \cdot \frac{m(K_2CO_3)}{M(K_2CO_3)} = 6 \cdot 10^{23} \cdot \frac{69000}{138} = 3 \cdot 10^{26}$

В качестве ответа в полях X и Y нужно указать 3 и 26 соответственно.

3. Масса раствора: $m = V \cdot \rho = 50 \cdot 1530 = 76500$ кг

Масса поташа в растворе: $76500 \cdot 0,03 \% \approx 23$ кг

4. Найдем количество моль воды и поташа:

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{135}{18} = 7,5 \text{ моль}$$

$$n(K_2CO_3) = \frac{m(K_2CO_3)}{M(K_2CO_3)} = \frac{690}{138} = 5 \text{ моль}$$

Значит, на 1 молекулу поташа приходится 1,5 молекулы кристаллизационной воды.

5. Процесс спекания стекла проходит по следующей схеме:



В 1 кг стекла содержится $\frac{1000}{40+39 \cdot 2+28 \cdot 6+16 \cdot 14} = 1,96$ моль $CaK_2Si_6O_{14}$

Из уравнения реакции следует, что для изготовления стекла такой массы необходимо взять по 1,96 моль карбонатов калия и кальция и в 6 раз больше SiO_2 , то есть 11,76 моль.

Теперь найдем массы исходных веществ, необходимых для изготовления 1 кг стекла:

$$m(CaCO_3) = n(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3) = 1,96 \cdot 100 = 196 \text{ г}$$

$$m(K_2CO_3) = n(K_2CO_3) \cdot M(K_2CO_3) = 1,96 \cdot 138 = 270,48 \text{ г} \approx 271 \text{ г}$$

$$m(\text{кв. песка}) = n(SiO_2) \cdot M(SiO_2) \cdot \%_{\text{прим}} = 11,76 \cdot 60 \cdot 100,5\% \approx 709 \text{ г}$$

Система оценивания:

1. Расчет количества частиц и молярной массы *по 1 баллу* **3 балла**
2. Коэффициенты X и Y из числа формульных единиц *по 2 балла* **4 балла**
3. Масса карбоната калия **2 балла**
4. Количество молекул воды **2 балла**
5. Расчеты масс исходных веществ *по 3 балла* **9 баллов**

ИТОГО 20 баллов