

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2020–2021 учебный год
10 класс

ЗАДАНИЯ

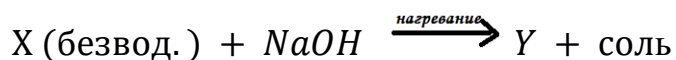
Инструкция по выполнению заданий

Продолжительность 4 часа. При выполнении заданий можно использовать периодическую систему Д.И. Менделеева, таблицу растворимости кислот, оснований и солей в воде, ряд напряжений металлов, калькулятор.

Желаем удачи

Задача 1. Химические реакции в органической химии (25 баллов)

При нагревании безводной натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты X с безводным гидроксидом натрия выделяется бесцветный газ Y, не имеющий запаха:



При пропускании выделившегося газа Y через мыльную воду образуются мыльные пузыри, поднимающиеся в атмосфере воздуха вверх, при контакте с зажженной лучиной, газ со взрывом (с хлопком) сгорает с бесцветным пламенем. В результате реакции образуется газ Z. Газ Z при взаимодействии с известковой водой образует осадок белого цвета. Газ Y не обесцвечивает бромную воду.

При продолжительном пропускании электрического разряда через закрытую колбу, заполненную газом Y, регистрируется давление в 1 атм. и в колбе появляются черные хлопья, а после ее остывания до первоначальной температуры в колбе регистрируется давление в 2 атм.



Смесь газа Y с газообразным хлором окрашивается в цвет хлора (зеленоватый цвет) и в стеклянном сосуде при отсутствии прямых солнечных лучей в течение нескольких часов обесцвечивается. При этом влажная лакмусовая бумага, опущенная в колбу, сначала не меняет свой цвет, но в течение нескольких часов постепенно приобретает красную окраску, а на внутренних стенках сосуда появляются капельки бесцветной жидкости, которая не смешивается с водой, но легко растворяется в гексане.

В тоже время, смесь газа с газообразным хлором, находящаяся в стеклянном сосуде под воздействием прямых солнечных лучей, взрывается с

образованием хлопьев сажи. При этом образовавшиеся газообразные продукты взрыва окрашивают влажную лакмусовую бумагу в красный цвет.

Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1.	При нагревании безводной натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты с безводным гидроксидом натрия выделяется бесцветный газ, не имеющий запаха. Это CH ₄ метан	3 балла
2.	2CH ₃ COONa (безвод.) + 2NaOH + нагревание = CH ₄ + Na ₂ CO ₃	2 балла
3.	При контакте мыльного пузыря в атмосфере воздуха с зажженной лучиной газ со взрывом (с хлопком) сгорает с бесцветным пламенем. CH ₄ + 2O ₂ + искра = CO ₂ + 2H ₂ O	3 балла
4.	Качественной реакцией на углекислый газ является реакция его взаимодействия с известковой водой (молоком), т.е. с гидроксидом кальция, в которой образуется осадок белого цвета – карбонат кальция: CO ₂ + Ca(OH) ₂ = CaCO ₃ ↓ + H ₂ O	2 балла
5.	При продолжительном пропускании электрического разряда через закрытую колбу, заполненную газом, регистрируется давление в 1 атм. и в колбе появляются черные хлопья, а после ее остывания до первоначальной температуры в колбе регистрируется давление в 2 атм. CH ₄ $\xrightarrow{\text{эл. разряд}}$ C + 2H ₂	5 баллов
6.	Смесь газа с газообразным хлором окрашивается в цвет хлора (зеленоватый цвет) и в стеклянном сосуде при отсутствии прямых солнечных лучей в течение нескольких часов обесцвечивается. При этом влажная лакмусовая бумага в газообразной смеси сначала не меняет свой цвет, но в течение нескольких часов постепенно приобретает красную окраску, а на внутренних стенках сосуда появляются капельки	5 баллов

	<p>бесцветной жидкости, которая не смешивается с водой, но легко растворяется в гексане.</p> $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 = \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}_2 = \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl}$ $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 = \text{CHCl}_3 + \text{HCl}$ $\text{CHCl}_3 + \text{Cl}_2 = \text{CCl}_4 + \text{HCl}$	
7.	<p>В тоже время, смесь газа с газообразным хлором, находящаяся в стеклянном сосуде под воздействием прямых солнечных лучей, взрывается с образованием хлопьев сажи. При этом образовавшиеся газообразные продукты взрыва окрашивают влажную лакмусовую бумагу в красный цвет.</p> $\text{CH}_4 + 2\text{Cl}_2 = \text{C} + 4\text{HCl}$	5 баллов

Задание 2. Расчетная задача, газы, смеси (10 баллов)

При анализе состава газовой смеси был получен следующий состав (в %об.): водород - 93; азот - 5; метан - 1; аргон - 1. Для осуществления производственного процесса в газовой атмосфере данную смесь необходимо смешать с азотом так, чтобы объемное соотношение водорода и азота в приготовленной смеси стало равным 2/1. Сколько м³ азота потребуется для смешения со 100 м³ исходной смеси? Каким станет состав смеси после дополнения её азотом? Давление и температура газов принять постоянными.

Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1)	Судя по составу исходной смеси в ней, содержится водорода и азота соответственно $V_{\text{H}_2} = 100 \cdot 0,93 = 93\text{м}^3$ $V_{\text{N}_2} = 100 \cdot 0,05 = 5\text{м}^3$	2 балла
2)	Для выполнения условия соотношения объемом водорода и азота, содержание азота $V_{\text{N}_2} = 93/2 = 46,5\text{м}^3$ В смеси уже есть 5м ³ , следовательно, 46,5-5 = 41,5м ³	2 балла
3)	Общий объем смеси будет 100+41,5 = 141,5м ³	2 балла
4)	В этом объеме смеси содержится: водород - 93; азот - 46,5; метан - 1; аргон - 1. В (в %об.): $V_{\text{H}_2} = \frac{100 \cdot 93}{141,5} = 65,7\text{м}^3$	4 балла

	$V_{N_2} = \frac{100 \cdot 46,5}{141,5} = 32,9 \text{ м}^3$ $V_{CH_4} = \frac{100 \cdot 1}{141,5} = 0,7 \text{ м}^3$ $V_{Ar} = \frac{100 \cdot 1}{141,5} = 0,7 \text{ м}^3$	
--	---	--

Задание 3. Анализ органических соединений. Изомерия (15 баллов)

Выведите в общем виде формулу углеводорода, молекула которого содержит n атомов углерода, d двойных связей, t тройных связей и c циклов. Покажите, что молекула любого углеводорода содержит четное число атомов водорода. Выведите общие формулы: а) алкенов, б) алкинов, с) производных бензола, содержащих ациклические насыщенные боковые цепи.

Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1	Теоретически такой углеводород можно получить из алкана C_nH_{2n+2} , молекула которого содержит n атомов углерода, путем отщепления $2d+4t+2c$ атомов водорода (для образования двойной связи надо отщепить 2 атома водорода, для образования тройной связи – 4 атома водорода, для замыкания цикла – 2 атома водорода). Следовательно, формулу углеводорода, молекула которого содержит n атомов углерода, d двойных связей, t тройных связей и c циклов можно записать так: $C_nH_{2n+2-2d-4t-2c}$	5 баллов
2	Из общей формулы $C_nH_{2n+2-2d-4t-2c}$ вытекает, что молекула любого углеводорода содержит четное число атомов водорода	5 баллов
3	Применим полученную формула для вывода общих формул: а) алкенов $d = 1, t = 0$ и $c = 0$; C_nH_{2n} б) алкинов $d = 0, t = 1$ и $c = 0$; C_nH_{2n-2} с) производных бензола, содержащих ациклические насыщенные боковые цепи $d = 3, t = 0$ и $c = 1$; $C_nH_{2n-6} (n \geq 6)$	5 баллов

Задание 4. Реакции неорганических веществ (10 баллов)

В своих «Летописях» Тит Ливий упоминает матерчатые шнуры, один конец которых был покрыт негашеной известью и серой. При смачивании водой эти шнуры воспламенялись. Что такое негашеная известь, приведите её формулу? Напишите реакции, происходящие в момент смачивания водой шнуров? Как

вы объясните принцип действия «зажигательных шнуров», напишите реакцию?

Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1.	Негашеной известью белое кристаллическое вещество, формула CaO.	2 балла
2.	При смачивании шнуров водой происходит сильноэкзотермическая реакция: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$	2 балла
3.	Если количество воды не превышает количества, необходимого для протекания этой реакции, то выделяющееся тепло расходуется на нагревание серы, которая плавится и самовозгорается на воздухе.	3 балла
4.	$\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$	2 балла
5.	Загоревшаяся сера поджигает органические ткани шнура.	1 балл

Задание 5. Качественные задачи (10 баллов)

Как используя только фенолфталеин определить содержимое пробирок с водой, едким кали, азотной кислотой? Дайте тривиальное название азотной кислоты?

Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1	Едкий кали – это гидроксид калия KOH	1 балл
2	Фенолфталеин окрашивается в малиновый цвет в растворе щелочи – после добавления к аликвотам, отобранным из каждой пробирки, определяем KOH	3 балла
3	К пробе содержащей KOH (окрашенной в малиновый цвет) добавляем аликвоту HNO_3 . Происходит обесцвечивание раствора в результате протекания реакции нейтрализации $\text{KOH} + \text{HNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	3 балла
4	К пробе содержащей KOH (окрашенной в малиновый цвет) добавляем аликвоту H_2O . Окраска раствора остается без изменений.	2 балла
5	HNO_3 – селитряной спирт	1 балл

Задание 6. Задачи на материальный баланс (10 баллов)

Найдите массовую долю серной кислоты в растворе, в котором содержится одинаковое число атомов водорода и кислорода.

Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1	$n(H)=n(O)$ Пусть на 1 моль H_2SO_4 приходится 1 моль H_2O , тогда $v(H) = 2 + 2x, v(O) = 4 + x$ $2 + 2x = 4 + x, x = 2$ т.е. 1 моль H_2SO_4 приходится 2 моль H_2O	5 баллов
2	$\omega(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{m(H_2SO_4) + m(H_2O)}$ $\omega(H_2SO_4) = \frac{98}{98 + 2 \cdot 18} 0,7313 \text{ или } 73,13\%$	5 баллов

Задание 7. Смеси (20 баллов)

Для нейтрализации смеси муравьиной и уксусной кислот массой 8,3 г потребовался раствор NaOH с массовой долей 15% массой 40 г. Определить массовую долю уксусной кислоты в смеси.

Какова структурная формула муравьиной и уксусной кислот? Назовите и напишите функциональную группу кислот. Где в природе встречаются эти кислоты? Объясните ее название.

Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1	$m_{NaOH} = 0,15 \cdot 40 = 6 \text{ (г)}$	1 балл
2	$xHCOOH + yCH_3COOH + (x+y)NaOH \rightarrow xHCOONa + yCH_3COONa$ 46 г/моль 60 г/моль 40 г/моль	2 балла
3	Составим систему уравнений $46x + 60y = 8,3 \text{ (г)}$ $40(x+y) = 6 \text{ (г)}$ Отсюда $x = 0,05, y = 0,10$	5 баллов
4	$m_1(HCOOH) = 0,05 \cdot 46 = 2,3 \text{ (г)}$ $\omega_1 = \frac{2,3}{8,3} = 0,28 \text{ или } 28\%$	3 балла
5	$m_2(CH_3COOH) = 0,10 \cdot 60 = 6 \text{ (г)}$ $\omega_2 = \frac{6}{8,3} = 0,72 \text{ или } 72\%$	3 балла
6	$HCOOH = 28\%; CH_3COOH = 72\%$	2 балла
7	$HCOOH; CH_3COOH$	1 балл
	$-COOH$ карбоксильная	1 балл

	Муравьиная кислота встречается в пчелином яде, в крапиве и хвое. Присутствует в некоторых плодах и ягодах. Муравьиной эта кислота названа Джоном Рэйем, который получил ее в 1670 году из муравьев.	1 балл
	Уксусная кислота известна была еще древним грекам. Отсюда и ее название: "оксос" - кислое, кислый вкус. Уксусная кислота - это простейший вид органических кислот, которые являются неотъемлемой частью растительных и животных жиров. В небольших концентрациях она присутствует в продуктах питания и напитках и участвует в метаболических процессах при созревании фруктов. Уксусная кислота встречается в клеточном соке растений, в выделениях животных, образуется при окислении органических веществ.	1 балл

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Итого
Максимальное кол-во баллов	25	10	15	10	10	10	20	100