

ХМ 104

**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.

- Назовите газ Y. Напишите уравнение его образования исходя из описания.

- Напишите уравнение реакции газа Y с зажженной лучиной и обозначьте продукты реакции. Назовите образующийся газ Z. Напишите уравнение качественной реакцией на газ Z.
- Напишите уравнение воздействия электрического разряда на газ Y, находящийся в закрытой колбе.
- Напишите уравнения, происходящие в стеклянном сосуде при отсутствии прямых солнечных лучей со смесью газа Y с газообразным хлором в течение нескольких часов. Объясните с помощью этих химических реакций изменение окраски газа и влажной лакмусовой бумаги.
- Напишите уравнение, происходящие со смесью газа Y с газообразным хлором в стеклянном сосуде под воздействием прямых солнечных лучей. Объясните с помощью этих химической реакции изменение окраски влажной лакмусовой бумаги и образование черных хлопьев.

### **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 м<sup>3</sup> азота потребуется для смешения со 100 м<sup>3</sup> исходной смеси?

Каким станет состав смеси после дополнения её азотом?

Давление и температура газов принять постоянными.

### **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.

### **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?

### **Задание 5. Качественные задачи (10 баллов)**

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

**Задание 6. Задачи на материальный баланс (10 баллов)**

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

**Задание 7. Органические вещества, 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.

| Задание                    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | Итого |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Максимальное кол-во баллов | 25 | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 20 | 100   |
| Оценка жюри                | 20 | 9  | 10 | 2  | 0  | 4  | 0  | 51    |

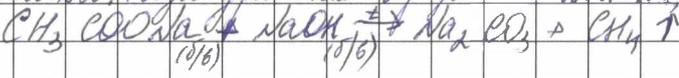


### Задание 1.

• ~~Стр. X - это метан.~~

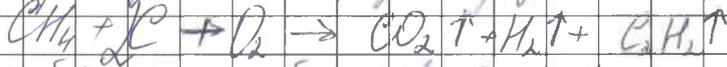
(если это газ Y, обезжелезивать питьевую воду, это вариант для питья (алкоголь))

• Предлагаем, что газ Y - это метан. Если нагревать безводный карбид кальция (соль углеродной кислоты - существует карбид) с безводным гидридметаллом выделится безводный газ метан, который загорается. Тогда уравнение сгорания метана изобразим, будет такое вид:

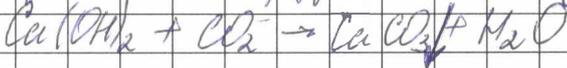


существует карбид гидридметаллов сульфид цинк - метан карбид кальция

• Стр. показате  $\text{C}_2\text{H}_2$  с температурой кипения  $\text{C}_2\text{H}_2$  со взрывом (с метаном) сгорает с безводным гидридметаллом. В результате образуется газ Z - это углекислый газ  $\text{CO}_2$ . Метан реагирует с углеродом (графитом) с образованием водорода (он же и пропановый газ), углерод при сгорании реагирует. Углеродный гидридметалл в результате всего образуется углекислый газ.



Качественной реакцией на углекислый газ является образование осадка с известковой водой - карбонат кальция. В результате всего выделится осадок белого цвета - карбонат кальция.



• Реакция гидридметалла гидридметалла этилен загорает через гидридметалл, гидридметалл газ  $\text{C}_2\text{H}_2$ . В результате реакции выделяется водород, а белый осадок - это сажа (C).



• Уравнение реакции, гидридметалл в стеклянном сосуде при отсутствии прямого солнечного излучения со светом газ Y с газоборудным газом в холодном состоянии.



Смесь газа Y с газоборудным газом окисляется в цвет. жара (каждый цвет) и в стеклянном сосуде при отсутствии прямого солнечного излучения в холодном состоянии обезжелезивается. При этом высокая температура в результате незначительного света приобретает красный цвет, поэтому что образуется сажа и высокая температура, индикатор приобретает красный цвет.

• Уравнение реакции, гидридметалл со светом газ Y с газоборудным газом в стеклянном сосуде под действием прямого солнечного излучения.



Под действием прямого солнечного излучения смесь газов взрывается с образованием жидкой сажи (метан при нагревании). Выделяется сажа (C), водород и известная кислота, которая окисляется известную воду известную гидридметалл (известная вода).

Задача 2

Дано:

Состав газовой смеси (%):  $H_2 - 93\%$ ;  $N_2 - 5\%$ ;  $CH_4 - 1\%$ ;  $Ar - 1\%$ .

Смесь +  $N_2 \rightarrow \frac{V(H_2)}{V(N_2)} = \frac{2}{1}$

$V(\text{смеси}) = 100 \text{ м}^3$

$V(N_2) = ?$

Состав смеси - ?

Ищем:

1) Найдем объем каждого из газов смеси:  $V(H_2) = 100 \text{ м}^3 \cdot 0,93 = 93 \text{ м}^3$

$V(N_2) = 100 \text{ м}^3 \cdot 0,05 = 5 \text{ м}^3$

$V(CH_4) = 100 \text{ м}^3 \cdot 0,01 = 1 \text{ м}^3$

$V(Ar) = 100 \text{ м}^3 \cdot 0,01 = 1 \text{ м}^3$

2) Найдем необходимое количество азота, чтобы вышесказанная смесь соотносилась:

$\frac{2}{1} = \frac{V(H_2)}{V(N_2)}$ ;  $\frac{2}{1} = \frac{93 \text{ м}^3}{x \text{ м}^3}$ ;  $x \text{ м}^3 = 46,5 \text{ м}^3$

$5 \text{ м}^3$  азота уже имеется в смеси  $\Rightarrow$  нужно добавить:  $46,5 \text{ м}^3 - 5 \text{ м}^3 = 41,5 \text{ м}^3$  азота.

Состав смеси после добавления ее азота:  $V(\text{смеси}) = 100 \text{ м}^3 + 41,5 \text{ м}^3 = 141,5 \text{ м}^3$

$\varphi(H_2) = \frac{93 \text{ м}^3}{141,5 \text{ м}^3} = 0,66 = 66\%$

$V(H_2) = 93 \text{ м}^3$      $V(Ar) = 1 \text{ м}^3$   
 $V(N_2) = 46,5 \text{ м}^3$      $V(CH_4) = 1 \text{ м}^3$

$\varphi(N_2) = \frac{46,5 \text{ м}^3}{141,5 \text{ м}^3} = 0,33 = 33\%$

$\varphi(Ar) = \varphi(CH_4) = \frac{1 \text{ м}^3}{141,5 \text{ м}^3} = 0,7\%$

~~0,007~~  $\varphi(N_2) = 46,5 \text{ м}^3$   
 $\varphi(H_2) = 66\%$      $\varphi(N_2) = 33\%$   
 $\varphi(Ar) = 0,7\%$      $\varphi(CH_4) = 0,7\%$

Задача 3

а) Общая формула алкенов:  $C_n H_{2n}$

б) Общая формула алкинов:  $C_n H_{2n-2}$

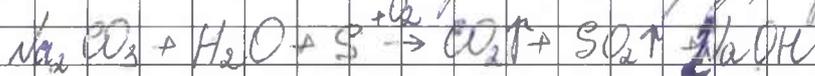
в) Общая формула предельных углеводородов, содержащих азот:  $C_n H_{2n+2} N$

Формула углеводорода:  $(C_n H_{2n}) \cdot d + (C_{2n-2} H_{4n-6}) \cdot c$  - число атомов азота  
 где  $d$  - число атомов азота в молекуле,  $c$  - число атомов углерода, содержащих азот.  
 (двойная связь, 4 пружины связи и 6 углеродов)

Задача 4

Неизвестная кислота имеет такую формулу:  ~~$H_2SO_4$~~   $Na_2SO_3$   $SO_2$   $SO_3$   $SO$

Общая формула "сернистой кислоты" состоит в том, что при взаимодействии с водой образует сернистую кислоту. Неизвестная кислота взаимодействует с водой, образуя сернистую кислоту, а сама кислота окисляется до серной кислоты.





Задание 5.

Ренормализация - это индикатор, с помощью которого можно определить среду раствора. Газная кислота будет иметь кислую среду => индикатор будет добавляться фенолфталеин, раствор станет фиолетовым. Едкий калий - КОН - имеет щелочную среду => при добавлении фенолфталеина раствор станет синим. Вода имеет нейтральную среду => при добавлении фенолфталеина раствор останется бесцветным.

Задание 6.

Исход:  $\text{C}(\text{H}_2\text{SO}_4)$  - ?

В условии сказано, что в растворе содержится одинаковое число атомов водорода и кислорода. Следовательно, раствор может состоять из серной кислоты и этиленового вещества - этилена ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ).

$\text{H}_2\text{SO}_4$   $\text{O} = 4$  Если на каждое вещество брать количество воды порцию  
 $\text{C}_2\text{H}_4$   $\text{H} = 4$  (моль), то рассчитаем массы веществ в растворе:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 98 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = 26 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 26 \text{ г}$$

Масса раствора будет равна:  $98 + 26 = 124 \text{ г}$

Тогда массовая доля серной кислоты в растворе равна:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98}{124} = 79\% \quad \text{Ответ: } 79\%$$

Задание 7.

Структурная формула муравьиной кислоты ( $\text{HCOOH}$ ):  $\text{H}-\text{C} \begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{matrix}$

Структурная формула уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ):  $\text{CH}_3-\text{C} \begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{matrix}$

Функциональной группой карбоновых кислот является карбоксильная группа -  $\text{COOH}$ .  
 (Карбоксильная  $\text{C}=\text{O}$  и гидроксильная  $-\text{OH}$ ).

Наиболее "муравьиная" и "уксусная" кислоты являются трикарбоновыми, т.е. трехосновными. По систематической (международной) номенклатуре эти вещества носят названия метановой и этановой кислот. Старейшими названиями кислот являются муравьиная и уксусная. Эти кислоты были найдены муравьиной и уксусной из выделений насекомых (муравья).

Дано:

Решение.

$m(\text{смеси}) = 8,32$   
 $m_{\text{р}}(\text{NaOH}) = 40$   
 $\omega(\text{NaOH}) = 15\%$

$m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 0,15 = 6 \text{ г}$   
 $V(\text{NaOH}) = \frac{6 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль}$



$\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$

Для нейтрализации смеси кислот необходимо брать NaOH в 2 раза больше, т.е. 0,3 моль.

Тогда  $V(\text{смеси}) = 0,15 \text{ моль}$

Следовательно, в равной массе смеси  $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,15 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 9 \text{ г}$   
 $m(\text{HCOOH}) = 0,15 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 6,9 \text{ г}$

Итого масса смеси

Если  $\text{HCOOH}$  взят ~~вместо~~  $0,4 \text{ моль}$ , а  $\text{CH}_3\text{COOH}$  -  $0,05$  ~~моль~~, то:

$$m(\text{HCOOH}) = 46 \text{ г/моль} \cdot 0,4 \text{ моль} = 18,4 \text{ г}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 3 \text{ г}$$

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

**Инструкция по выполнению заданий**

*Продолжительность 2 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*

**Задание.** В выданных вам пронумерованных пробирках находятся практически неразличимые по цвету порошки нитрата аммония, хлорида аммония, гидрокарбоната натрия, сульфата натрия, сульфата бария. В вашем распоряжении имеется вода, спиртовка, спички.

- Как, не используя никаких реактивов, распознать, в какой пробирке находится какое вещество?
- В отчете приведите план определения и наблюдения аналитических эффектов
- Напишите уравнения реакций и формулы веществ.
- Решение представьте в виде таблицы.
- Укажите тривиальное название идентифицированных веществ.

**Реактивы:** порошки указанных солей, по 5-10 г, вода дистиллированная.

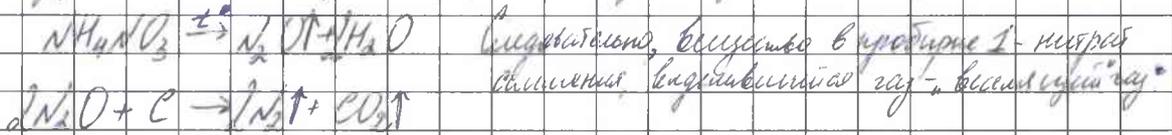
**Оборудование:** штатив с пробирками, пипетки, спички, спиртовка, таблица растворимости.



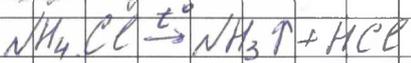
Тренировочная часть

Для того чтобы определить, какое вещество находится в катодной или анодной камере, нужно их подвергнуть химическим реакциям.

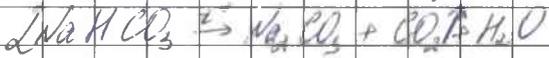
1) Возьмем пробу с веществом номер 1 (5-10г сушеного вещества), сделаем спиртовку и накалием равномерно веществом. Заметим, что само вещество начинает плавиться, затем разлагается с выделением газа, который имеет неприятный запах. При этом образуется осадок - это "белый осадок". Выводимый газ при нагревании имеет запах. Образованное вещество: в пробирке 1 - белый осадок. Она содержит начаток окисления по схеме: образуется осадок. Сама проба с выделением газа с образованием осадка и неприятного запаха.



2) Возьмем пробу с веществом номер 2 (5-10г сушеного вещества), накалием равномерно. Выводимый газ имеет неприятный запах, а само вещество плавится. Выводимый газ с резким запахом, на стенках пробирки образуется осадок - "белый осадок". Следовательно, вещество в пробирке 2 - это белый осадок. Выводимый газ с резким запахом - аммиак.



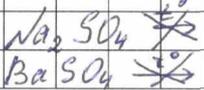
3) Возьмем пробу с веществом номер 3 (5-10г сушеного вещества), накалием равномерно. Выводимый газ имеет неприятный запах, а само вещество плавится. Выводимый газ с резким запахом, на стенках пробирки образуется осадок - "белый осадок". Следовательно, вещество в пробирке 3 - это белый осадок. Выводимый газ с резким запахом - аммиак.



4) Возьмем пробу с веществом номер 4 (5-10г сушеного вещества), накалием равномерно. Выводимый газ имеет неприятный запах, а само вещество плавится. Выводимый газ с резким запахом, на стенках пробирки образуется осадок - "белый осадок". Следовательно, вещество в пробирке 4 - это белый осадок. Выводимый газ с резким запахом - аммиак.

5) Возьмем пробу с веществом номер 5 (5-10г сушеного вещества), накалием равномерно. Выводимый газ имеет неприятный запах, а само вещество плавится. Выводимый газ с резким запахом, на стенках пробирки образуется осадок - "белый осадок". Следовательно, вещество в пробирке 5 - это белый осадок. Выводимый газ с резким запахом - аммиак.

У пробирки с осадком добавим воду. Выводимый газ имеет неприятный запах, а само вещество плавится. Выводимый газ с резким запахом, на стенках пробирки образуется осадок - "белый осадок". Следовательно, вещество в пробирке 4 - это белый осадок. Выводимый газ с резким запахом - аммиак.



| Что делаем?  | Что получаем?  | Вывод   |
|--|--|---|
| 1) Нагревание продукта с вилочковой 1.   | Получены и проанализированы вещества.<br>Изменение газа в атмосфере замкнутой системы при нагревании с углекислым газом (затвердевает)<br>с образованием газа и воды.<br>$NH_4NO_3 \xrightarrow{\Delta} N_2O \uparrow + H_2O$<br>$MgO + C \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + Mg$ | Выводы номер 1 -<br>нитрат аммония.<br>Газ составного типа<br>замкнутой системы<br>газ (или газ) - $H_2O$ |
| 2) Нагревание продукта с вилочковой 2.   | Равномерно выгорел, изменение газа с ртутью замкнутой системы.<br>Белый осадок на дне.<br>$NH_4Cl \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + HCl$  | Выводы номер 2 -<br>хлорид аммония.<br>Ртуть сверху замкнутой системы.                                    |
| 3) Нагревание продукта с вилочковой 3.   | Равномерно выгорел, изменение с выделением жидкого газа, образование воды на дне.<br>Продукт.<br>$NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$  | Выводы номер 3 -<br>гидрокарбонат натрия.<br>Выделился жидкий<br>продукт.                                 |
| 4) Нагревание продукта с вилочковой 4.   | Вещество пропало, проанализировано.<br>Вещество не реагирует, не выгорает.   | _____   |
| 5) Нагревание продукта с вилочковой 5.   | Вещество пропало, проанализировано.<br>Вещество не реагирует, не выгорает.   | _____   |
| Все оставшиеся продукты с вилочковой содержат сульфат натрия и сульфат бария. Реагируют эти вещества с калиевой водой. |  |   |
| 6) Растворим в воде вилочковой номер 4.  | Вещество после добавления воды полностью растворяется.   | Выводы номер 4 -<br>сульфат натрия<br>$Na_2SO_4$  |
| 7) Растворим в воде вилочковой номер 5.  | Вещество после добавления воды не растворяется, выпадает белый осадок.   | Выводы номер 5 -<br>сульфат бария. $BaSO_4$<br>Сульфат $BaSO_4$   |

Ответ: продукт 1 -  $NH_4NO_3$ ; продукт 2 -  $NH_4Cl$ ; продукт 3 -  $NaHCO_3$ ;  
продукт 4 -  $Na_2SO_4$ ; продукт 5 -  $BaSO_4$