

# ХИМИЯ: ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНИВАНИЯ

Высоцкая Е.В., Боровских Т.А., Малин А.Г., Рехтман И.В.,  
Стрельникова Е.Н., Хребтова С.Б.

**«Апробация сетевой модели обновления деятельностного  
содержания образования по естественнонаучным предметам в  
соответствии с ФГОС в основной школе»  
20 апреля 2017**



- **базовые химические понятия в описании, осуществлении и объяснении превращений веществ**
- **химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**
- **химические формулы и названия веществ как способ описания и прогноза их типичного и особенного химического поведения**
- **описание, объяснение и прогноз состава, строения и свойств вещества на основе представлений о строении атомов**
- **формулы и уравнения реакций, как носители эталонных количественных отношений для химических расчетов**



# Уровневая диагностика

\* Диагностические задания 1 уровня должны включать непосредственное применение освоенных средств к решению задачи.

\*\* Диагностические задания 2 уровня должны включать в себя косвенно заданную необходимость их применения.

\*\*\* Диагностические задания 3 уровня составляют задачи, в которых условия применения освоенных способов заданы косвенно.

# Апробация задач 2 и 3 уровня: 8 класс, 2016-2017 уч.год

## «Базовая» группа (Б):

2ч/нед.

- участвовало 17 учеников
- изучали пропедевтический курс химии в 7 кл. – 6
- изучали другой курс химии в 7 кл. – 1
- начали изучать химию с 8 кл. - 10

## «Предпрофильная» группа (П): 2 ч + 2 ч доп. обр./нед.

- участвовало 20 учеников
- изучали пропедевтический курс химии в 7 кл. – 13
- изучали другой курс химии для 7 кл - 6
- изучали химию в рамках «семейного образования» - 1

# Выбор из 18 задач: результаты

## «Базовая» группа

- всего решений 56
- из них верных 8,
- частично верных 10

## «Предпрофильная» группа

- всего решений 128
- из них верных 58,
- частично верных 27

# Выбор из 18 задач: уровень

## «Базовая» группа

- **2 уровень:** выбрана **31** задача
- успешно 18,
- **3 уровень:** выбрано **25** задач
- успешно 8

## «Предпрофильная» группа

- **2 уровень:** выбрано **70** задач
- успешно 55
- **3 уровень:** выбрано **58** задач
- успешно 40

- **Выбор задач прямо или косвенно связан с уровнем общепредметной компетентности ученика:**

**выбор «базовой» группы (выбраны не все задачи списка): задача «похожа на типовую», «короткая», не содержит «трудной» химической информации; в предпрофильной» группе выбор оказался более «равномерным».**

**Связь выбора задачи и возможности сориентироваться в предоставленной информации (предметной компетентности).**

**Ученик может:**

- применять освоенные средства для решения задачи**
- выбрать средство решения поставленной задачи из освоенных»**
- найти средство и способ решения задачи, выделяя наиболее существенное предметное отношение**

- **Предметная линия:**

**Базовые химические понятия в описании, осуществлении и объяснении превращений веществ**

**\*\*Справочник указывает, что 100 г яичного желтка содержится 8,6 мг железа. Какую ошибку может сделать при прочтении этих данных человек, не изучавший химии?**

## Группа Б:

решало задачу – 6 учеников;

верных решений – 2

частично верных решений – 1

№ Железо в  
макроэлементах  
а там указывается  
в микрограммах

№1. Это желток содержит железо вместе с его массой  
т.е. желток + железо = 108.5 мг. две желтка + железо = 100 мг

№1 Человек изматывая мышцу лопат - сделать кучу ошибок;  
Пример: 1) Попытаться превратить мышечный желток в углевод  
металла  
2) Попытаться превратить мышечный желток в углевод  
металла  
3) Человек (маленького возраста) вообще может узнать что  
такое Г и мГ  
4) Человек может заметить разные величины в  
этой пропорции  
5) Он может подумать, что если в желтке есть железо,  
то его есть столько же мышц.

**Группа П:** решало задачу – 12 учеников;  
верных решений – 10

1. Возможно человек, не изучавший химии, может подумать, что имеется в виду металлическое железо. Но есть железо с зарядом 0. На самом деле, подразумевается катионы железа в составе различных соединений.

Человек может спутать элемент Fe с веществом железа.

Что там содержится металл железа  
Fe<sup>0</sup>.

Ученик предпрофильной группы активно пользуется степенями окисления, в отличие от ученика «базовой» группы при том, что на изучение этого понятия отводилось равное время

Человек, не изучавший химии может  
решить, что в 100г. атомного железа  
содержится 8,6мг простого в-ва  
железа, а не его соединения!

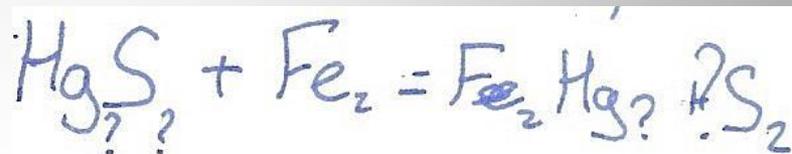
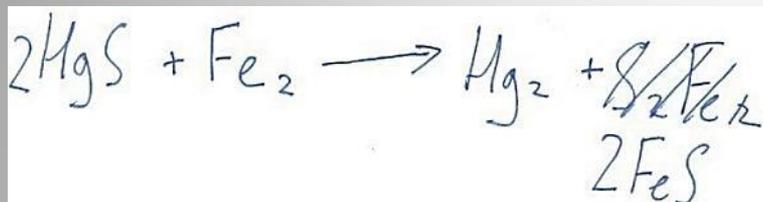
- Задача оказалась диагностичной и в отношении умения вести химические расчеты: с понятиями «простое вещество», «соединение» и, видимо, «элемент» у этого ученика все в порядке, с представлениями о количественном содержании элемента в соединении и соединения в смеси – не очень...

- **Предметная линия:**

## **Базовые химические понятия в описании, осуществлении и объяснении превращений веществ**

\*\*\* В книге Роберта Бойля «О происхождении форм и качеств» (1666 г.) содержится такое описание: «Хотя атомы серы и ртути в веществе, называемом киноварью, тесно спаяны между собой, совместно улетучиваются при возгонке, не будучи разделяемы огнем... однако, прекрасно известно, что при тесном смешении киновари с железом атомы железа сильнее соединяются с атомами серы, чем эти последние были соединены до того с ртутью, и вследствие этого из ярко-красной киновари мы получаем ртуть». Опишите происходящее на химическом языке.

**Группа Б:** решало задачу – 8 учеников;  
 верных решений – 1  
 частично верных решений – 2



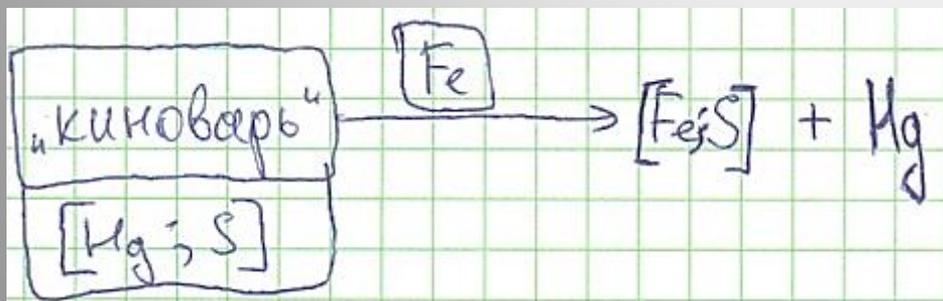
Можно ли считать, что первый ученик «компетентнее» в химии, чем второй? Второй всё же обучен ставить знак «?» именно в тех «местах», где следует сомневаться. Третий пытается использовать заряды, но помогло ли ему это не ошибиться в индексах и коэффициентах? Уравнение позволяет «случайное попадание»!



**Группа П:** решало задачу – 9 учеников;  
 верных решений – 4  
 частично верных решений – 2

Здесь происходит реакция восстановления железа, железо, присоединяя серу, восстанавливает ртуть из киноварь.

Связь железо-сера гораздо сильнее, чем связь сера-ртуть. Сера сильнее притягивает по электроотрицательности железо, чем ртуть. Из-за этого её молекулы притягиваются к железу.

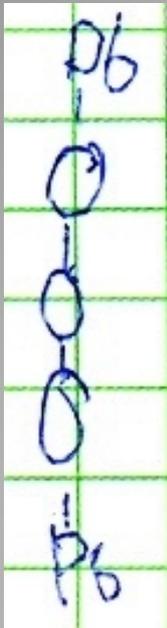


Железо восстанавливает ртуть из киноварь.  
 $\text{Hg}_2\text{S} + \text{Fe} \rightarrow \text{FeS} + \text{Hg}^0$

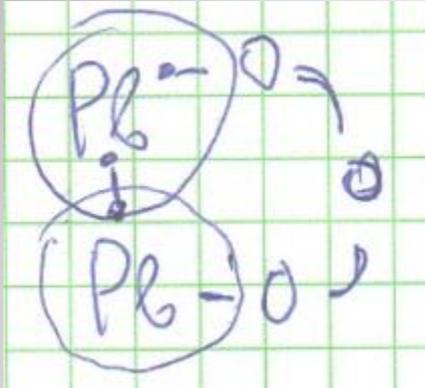
- **Предметная линия:**

**Базовые химические понятия в описании, осуществлении и объяснении превращений веществ**

**\*\*Элемент свинец никогда не бывает трехвалентным, однако образует известное соединение, формула которого  $Pb_2O_3$ .  
Каким образом атомы свинца проявляют в этом веществе свою обычную валентность?**

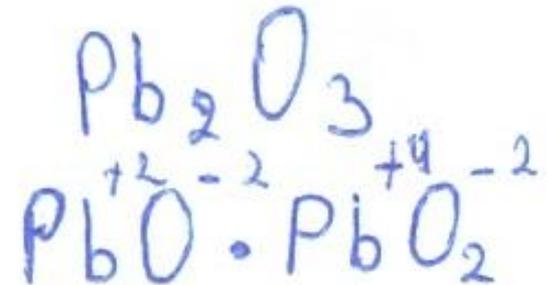
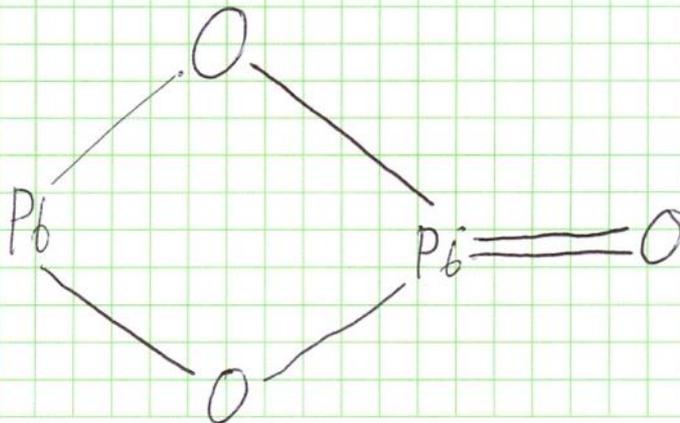


**Группа Б:** решало задачу – 5 учеников;  
верных решений – 0



**Группа П:**  
решало задачу – 13 учеников;  
верных решений – 5

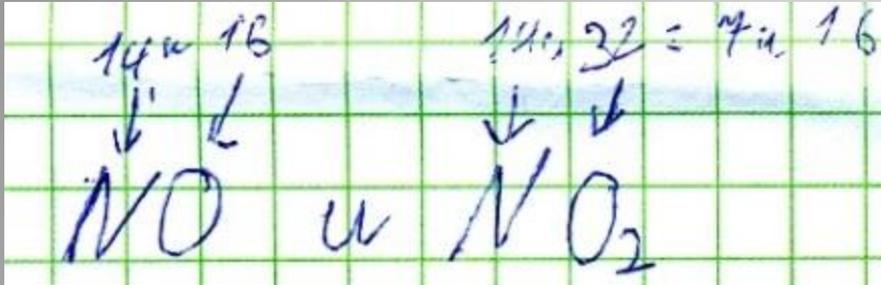
$\text{Pb}_2\text{O}_3$  - двойной оксид. здесь Pb проявил  
как валентность II так и валентность IV



- **Предметная линия:**

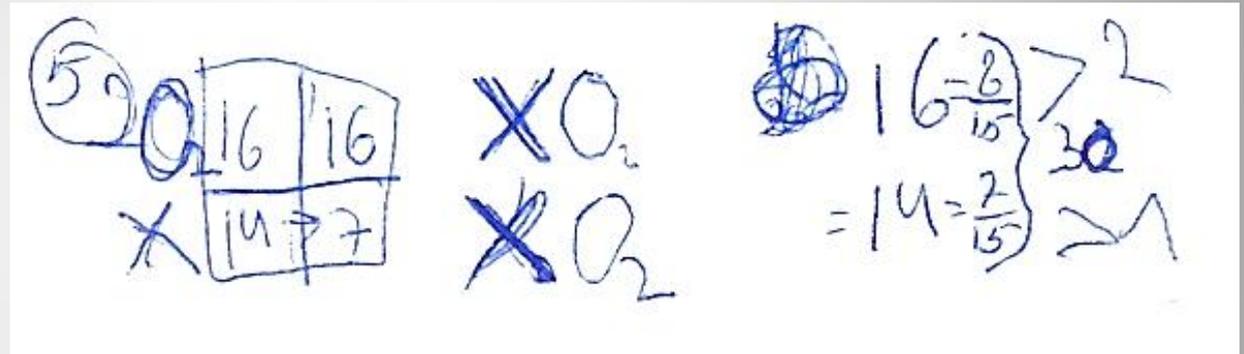
**Базовые химические понятия в описании, осуществлении и объяснении превращений веществ**

**\*\*\* На 16 г кислорода в одном из оксидов некоторого элемента приходится 14 г, а в другом – 7 г. Что это за элемент и какую валентность он проявляет в этих соединениях?**



**Группа Б:**

решало задачу – 3 ученика;  
верных решений – 2



**Группа П:** решало задачу – 9 учеников;  
верных решений – 3,  
частично верных -1

Атом O весит 16 г/моль.

Значит в соединении на 1 моль атом O приходится 14 г.е.  
молекуле 1-го оксида

элемента X.

А во втором оксиде — 7 г.е. элемента X.

Это, например, азот. NO и NO<sub>2</sub>. В первом на атом N приходится атом O, то есть на 14 г.е. N приходится 16 г. O. А во втором на 16 г. O приходится 7 г. N.

Ответ: азот (N), валентности II и IV.

- **Предметная линия:**

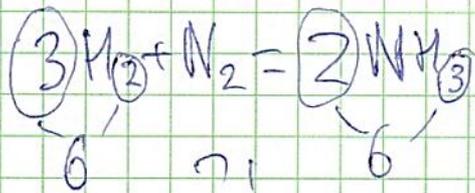
**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\*Определите, сколько молекул водорода исчезает из смеси газов при появлении миллиона молекул аммиака в промышленном реакторе, где реакция протекает по уравнению  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$**

**Группа Б – 2 верных и 2 неверных решения**

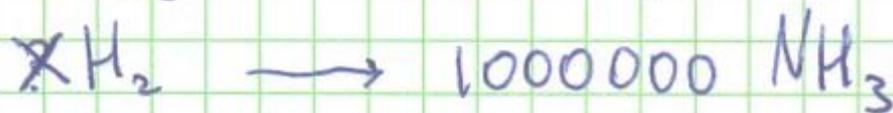
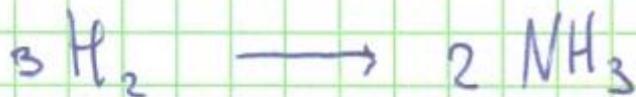
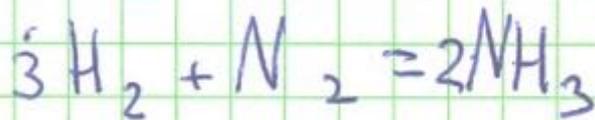
**Группа П – 8 верных и 1 неверное решение**

Он все расходуется на реакцию!



разве нет?

письменная коммуникация с учителем – обычное явление в профильных группах... разве «он» расходуется не весь? согласно верно составленному уравнению – получается, весь?



$$\frac{1000000}{2} = \frac{x}{3}$$

$$x = 1500000$$

Ответ: 1,5 млн. молекул  $\text{H}_2$  исчезнет.

- **Предметная линия:**

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\*\*М.В. Ломоносов впервые установил различие между растворением металла в кислоте и растворением соли в воде. В чем оно заключается?**

**Группа Б – 1 частичное и 3 неверных решения**

**Группа П – 8 верных, 1 частично верное и 6 неверных решений**

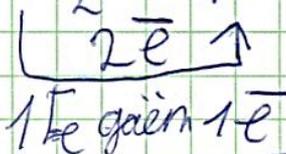
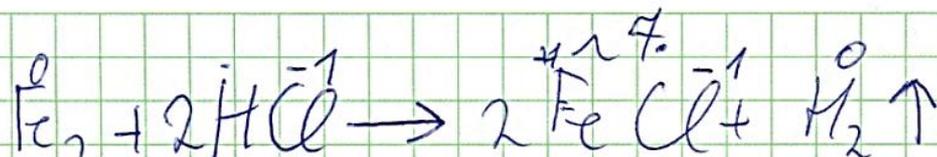
При растворении металла в кислоте происходит выделение тепла, что свидетельствует о прохождении ~~к~~ реакции, между этими веществами, а при растворении соли в воде реакции не происходит.

№7. При растворении металла в кислоте выделяется тепло, в растворе же соли в воде тепло, наоборот, поглощается.

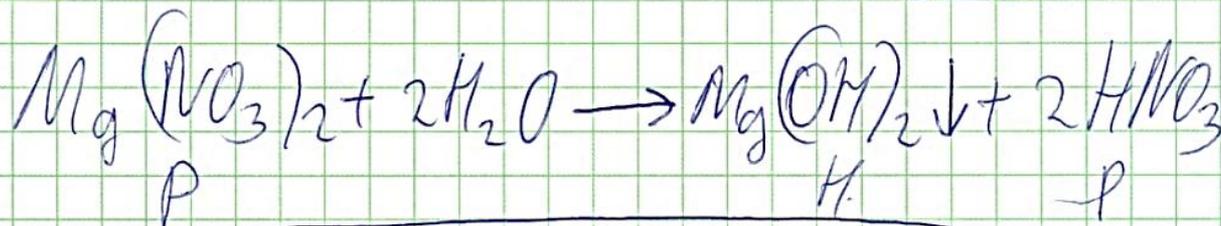
Ломоносов ~~разделит~~ разделил процессы растворения на 2 группы.

Когда на металл полить кислоту, то он начинает шипеть. А когда растворили соль в воде, она не выделяет воздух. Кислота заставляет металл расщепляться. А вода входит в соль и поэтому соль сама без нагревания распадается. Это время, когда металл нагревается и вода распадается.

# «работа» общепредметных средств решения химической задачи:



металл + к-та = соль + газ



соль + вода = осадок + к-та

в реакции р-рения металла  
соль продукт газ; в реакции р-рения  
сали — осадок.

Если металл "растворяется" в кислоте, то происходит превращение и получаются разные вещества, обычно два растворимых в воде. И получается раствор этих веществ  $\Rightarrow$  если выпарить воду из раствора, то металл не ~~вы~~ получится.

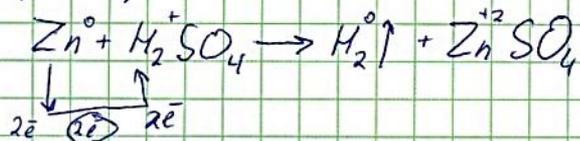
Когда же в воде растворяется соль (NaCl), то она распадается на ионы  $\text{Na}^+$  и при выпаривании собирается обратно

"Растворение" металла в воден~~е~~обратимо, в отличие от растворения соли в воде.

7. Это различие заключается в том, что при растворении в воде соль она не меняет своего химического состава, т.е. можно раствор выпарить и найти на дне сосуда ту же самую соль. А если растворить металл в кислоте, то

~~А~~ эти вещества не останутся прежними, а прореагируют.

Пример:



- **Предметная линия:**

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\*\* Наблюдение рудокопов, добывающих медную руду (их железные кирки «обмеднялись» при соприкосновении с рудничными водами), алхимики считали одним из доказательств превращения одного металла в другой. Каково правильное объяснение этого явления?**

**Группа Б – 2 частичных и 6 неверных решений**

**Группа П – 5 полных, 2 частичных и 4 неверных решения**

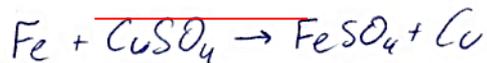
Ученик «базовой» группы вспомнил изученное в 7 классе, но не смог представить это в виде уравнения реакции:

Д. как мне кажется  
(покрывающим  
металл)  
при обмеднении, кирпич  
меняет свой привлека-  
тельный цвет (цвет железа)  
к примеру  
и рудоконном казалось,  
что один металл превра-  
щается в другой. ~~\_\_\_\_\_~~

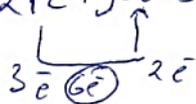
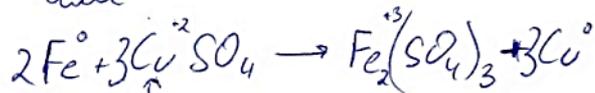
Решения учеников группы П. Есть путаница в понятиях «обмена» и «замещения»; есть вопросы с валентностью железа:

Происходила реакция ~~обмена~~  
обмена; при соприкосновении с медью  
кюроросам (руды) водными железами вытес-  
нялась медь (однимчасов курка)  
и получался железный куророс.

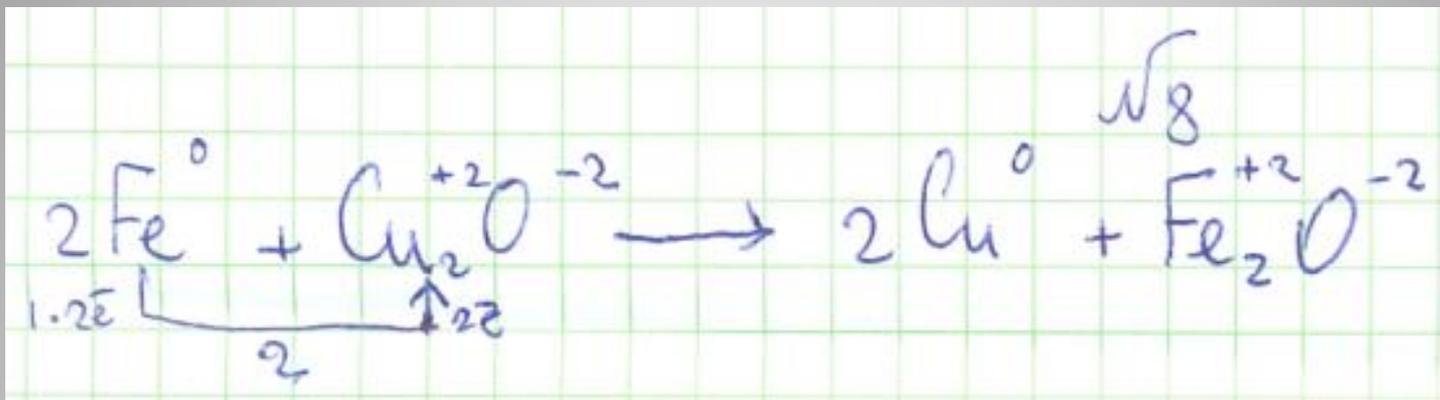
8. Между «рудными» водными и железными курками происходила  
реакция обмена.



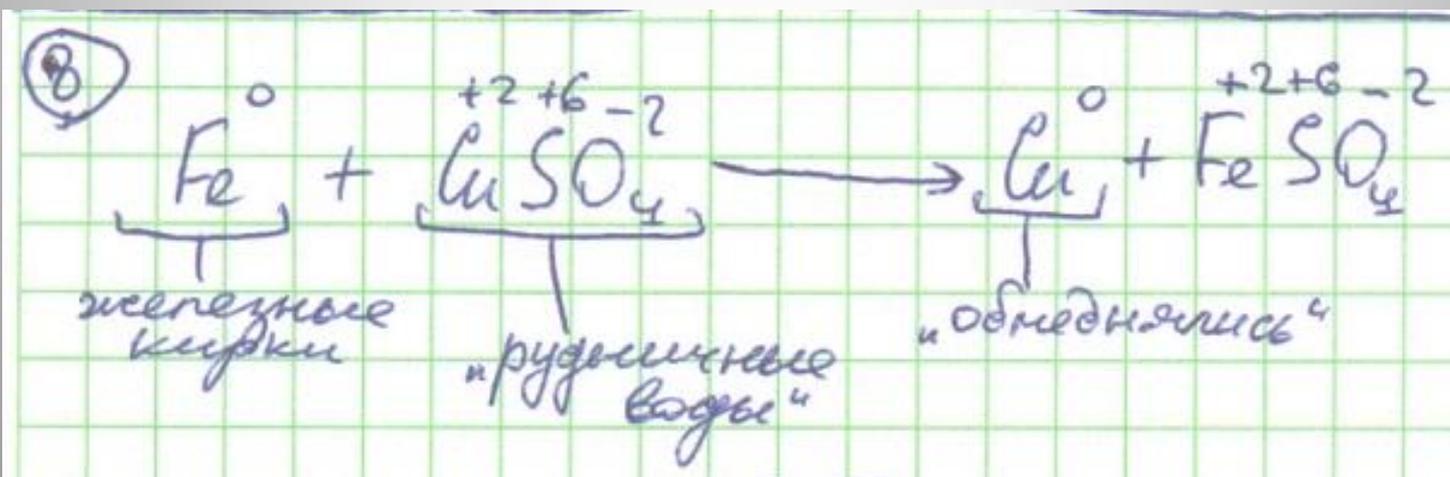
или



На фоне абсолютно правильных встречаются и абсурдные суждения:



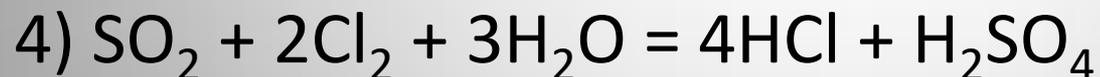
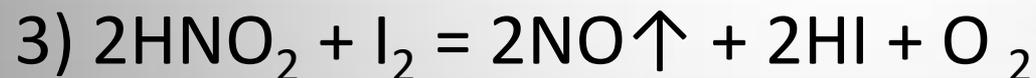
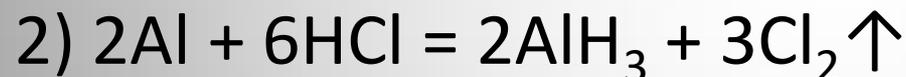
№8. Медь, растворенная в воде, окисляется на железные шкурки. Они не стали медью, медью было только покрытие.



- **Предметная линия:**

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\*Проверьте правильность составления этих уравнений реакций:**



**Группа Б – 3 частичных и 3 неверных решения**

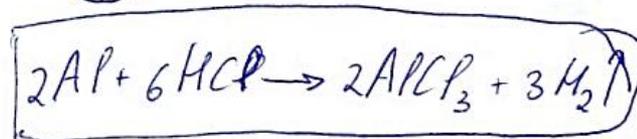
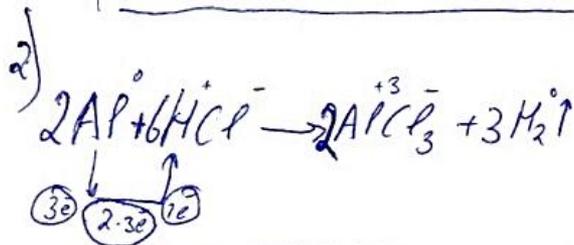
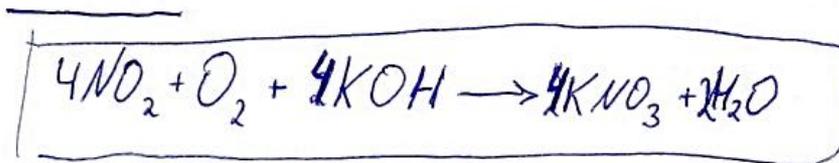
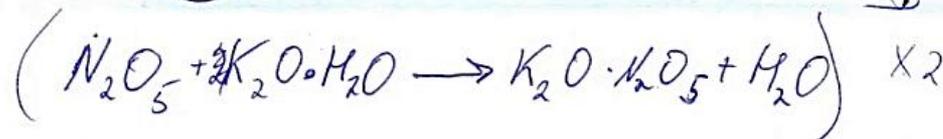
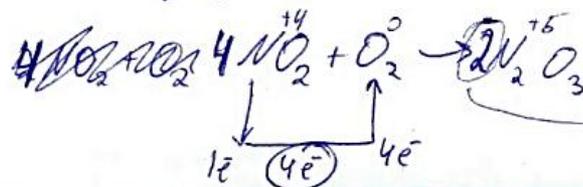
**Группа П – 2 полных, 5 частичных и 3 неверных решения**



Другой ученик активно пользуется степенями окисления, понятиями об окислении-восстановлении и о кислотно-основном взаимодействии:

9.

1) Процесс представить как последовательность реакций:



- **Предметная линия:**

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

\*\*\*Ранее фосфор получали из фосфата кальция действием серной кислоты получали ортофосфорную кислоту, последнюю смешивали с углем и прокаливали. При этом ортофосфорная кислота переходила в метафосфорную, последняя при взаимодействии с углем давала фосфор, водород и оксид углерода (II). Изобразите все стадии получения фосфора этим методом в виде уравнений реакции. Запишите уравнение реакции, на которой основан современный способ получения фосфора: прокаливание фосфата кальция с углем и песком.



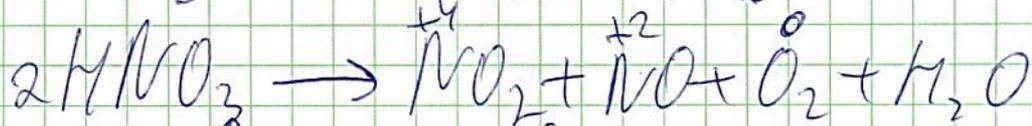
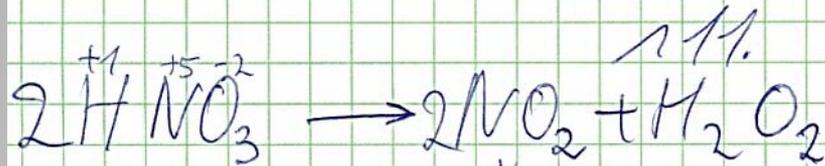
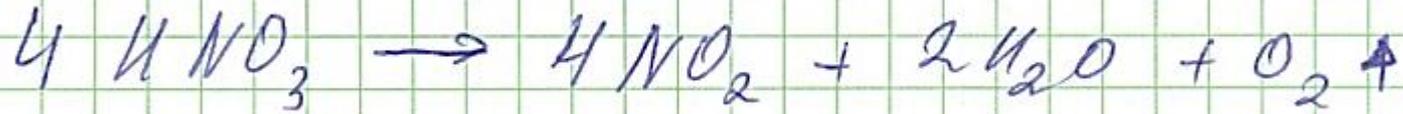
- **Предметная линия:**

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

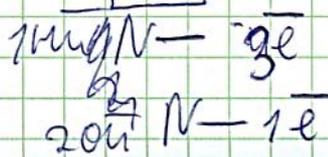
**\*\*Чистая азотная кислота постепенно разлагается при хранении. Образующийся при этом оксид азота(IV) окрашивает ее в желтоватый цвет. Какие еще вещества могут образоваться при этом?**

**Группа Б – одно неверное решение**

**Группа П – три верных, одно частично верное и два неверных решения**



↑  $\text{H} \bar{\text{e}} - \text{K} \text{ glym } \bar{\text{O}}$



могут еще быть пероксид азота; кислород и вода.

- **Предметная линия:**

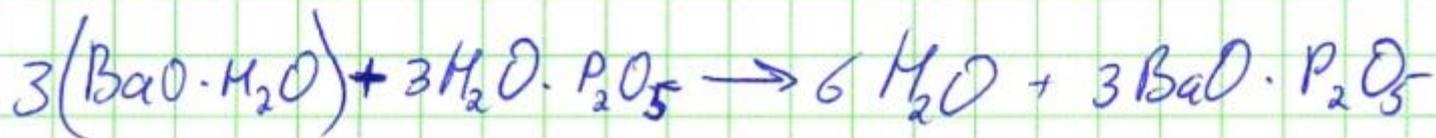
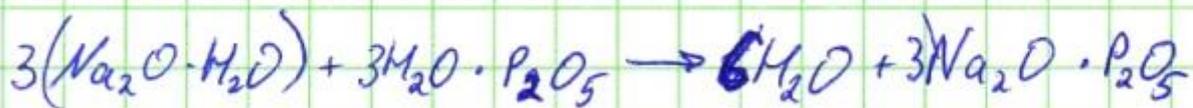
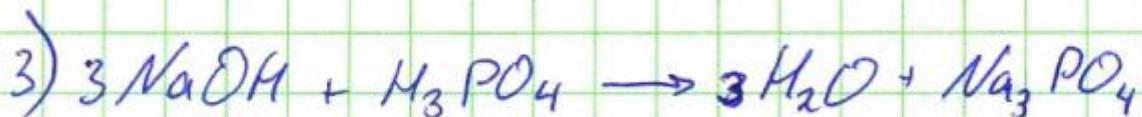
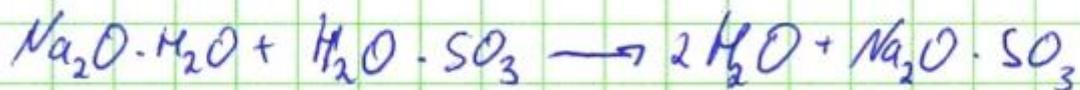
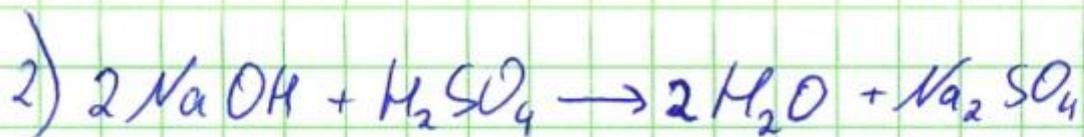
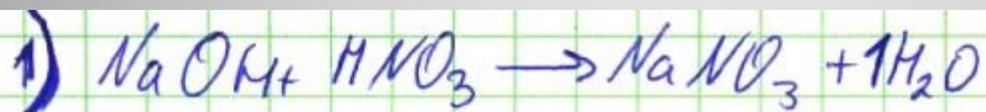
**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\*Приведите примеры реакций нейтрализации, в уравнении которых коэффициенты перед формулой воды равны: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 6**

**Группа Б – два частичных решения**

**Группа П – 6 частичных и одно полное решение**

## Решение ученика «базовой» группы:



- **Предметная линия:**

## **Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\*\*** Лаборант должен был приготовить растворы хлорида натрия, нитрата калия, азотной кислоты, нитрата серебра и карбоната натрия в пронумерованных колбах без этикеток. Он приготовил четыре раствора, но, пока он мыл колбу для пятого, он успел забыть, какой раствор еще не готов. При попытке определить содержимое каждой колбы он установил, что: при добавлении раствора из первой колбы к содержимому четвертой выделяется газ, а при смешивании содержимого второй колбы с жидкостью третьей выпадает осадок. Осадок выпадал и при смешивании растворов из второй и четвертой колбы, но при добавлении к нему содержимого первой колбы он полностью растворялся. Какой раствор должен был оказаться в пятой колбе?

Задачу верно решили два ученика (группа П), еще два ученика не смогли решить задачу (группы Б и П)

1 пробирка: ~~Al~~  $\text{NO}_3$

2 пробирка:  $\text{AgNO}_3$

3 пробирка:  $\text{NaCl}$

4 пробирка:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

5 пробирка:  $\text{KNO}_3$

- Предметная линия:

## Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики

\*\*Ученик прилил к растворам соды и сульфата натрия, находящимся в пробирках, избыток раствора хлорида бария. На вопрос учителя о том, в какой пробирке находился сульфат натрия, ученик не смог ответить, так как спутал пробирки. При помощи какого простого опыта можно было бы дать ответ на вопрос учителя?

Осадок  $\text{BaSO}_4$  не растворим в  
кислотах.  
Задачу верно решили два ученика  
предпрофильной группы

- **Предметная линия:**

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\*\*Ученику предложили четыре образца твердых веществ: сода, мел, сульфат натрия и гипс. В его распоряжении имелась вода и азотная кислота. Как ему удалось распознать эти вещества?**

Два ученика предпрофильной группы привели верное решение задачи, три – частично верное:

Гипс он поместил в воду и подождет высыхания. Гипс немного нагревается при высыхании.

Все остальное он попытался растворить в воде. Сода растворилась в воде, а мел и сульфат натрия нет.

Потом он подействовал на них  $\text{HNO}_3$ , Мел прореагировал, а сульфат натрия нет.

Мел - Н. р - ил в воде ; реак с кислотою

Сода - р - ил в воде реак. с к - тою

Гипс - Н - р ил в воде Н. реак. с к - тою

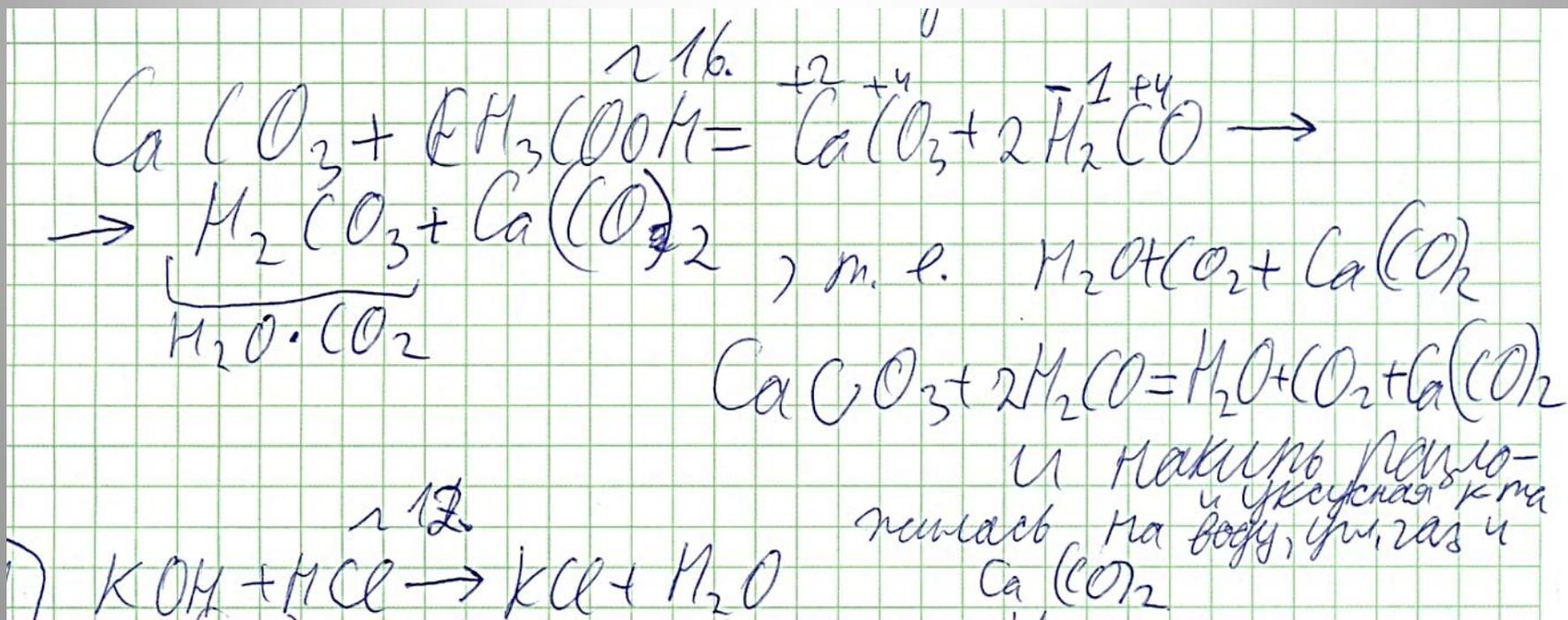
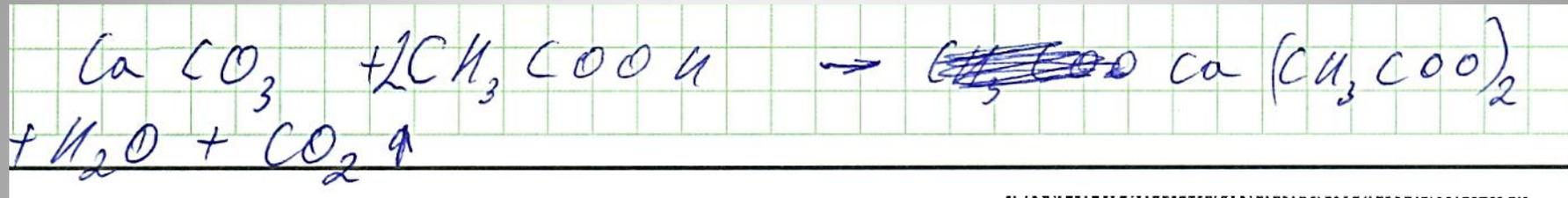
$\text{Na}_2\text{SO}_4$  - р - ил в воде не реак. с к - тою

- **Предметная линия:**

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\* Для очистки внутренней поверхности чайника от накипи, большую часть которой обычно составляет карбонат кальция, иногда достаточно прокипятить в нем воду, в которую добавлена уксусная кислота. Что должно произойти при этом с накипью?**

Два ученика предпрофильной группы решили задачу полностью, один – частично (не справился с формулой ацетата):



- **Предметная линия:**

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

\*\*\* Для доказательства того, что найденный кусок желтоватого металл представляет собой не золото, а сплав меди с цинком, химик растворил кусок этого металла в азотной кислоте, затем к полученному раствору добавил по каплям щелочь. Полученный осадок он обработал щелочью, отделил нерастворившуюся часть, а к полученному бесцветному раствору стал добавлять по каплям кислоту. Что и зачем он делал?

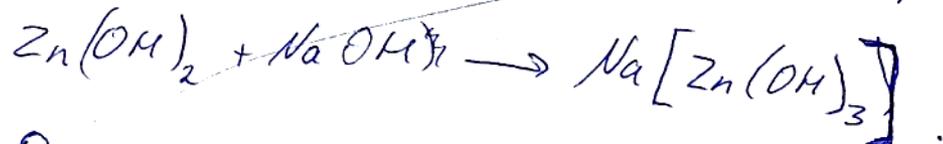
## Задачу решили два ученика предпрофильной группы:

17. Сперва он показал, добавляя кислоту, что это не золото. Золото в воде нерастворимо. Затем, получив нитраты металлов сплава, он

добавил к ним щёлочь и нашёл на дне осадок гидроксидов:



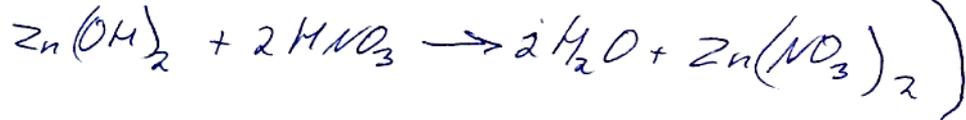
Затем, он добавил много щёлочи и растворил осадок  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ :



Он отделил нерастворившийся  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Затем прилил к  $\text{Na}[\text{Zn}(\text{OH})_3]$  кислоту:



(но как-то не удалось не растворить  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  с получением  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ :



- Предметная линия:

**Химическая характеристика элементов и генетическая связь их соединений как теоретическая основа химической практики**

**\*\*\*** В распоряжении юного химика оказались металлический цинк, соляная кислота, гидроксид натрия, медный купорос и мел. Какие новые вещества он сможет получить?

Единственное частичное решение (в группе П):



- Предметная линия:

**Формулы и уравнения реакций, как носители эталонных количественных отношений для химических расчетов**

**\*\*Могут ли при получении воды 2,68 г кислорода полностью прореагировать с 0,25 г водорода?**

Группа Б: решало задачу – 7 учеников;  
частично верных решений – 1

Handwritten work on grid paper. On the left, a student has written "H<sub>2</sub> = 1" and "O<sub>2</sub> = 16". In the center, there is a calculation:  $2,58 \cdot 25 = 1,0172$ , with a vertical line and the result  $175$  below it. On the right, there is a chemical formula  $H - O, H$  with arrows pointing down to  $16$  and  $1$ , and a note  $\frac{1}{8} \neq \frac{1}{5}$  with the word "Нет" (No).

Handwritten work on grid paper. At the top, it says "масса Na 0 и число 2H" and "масса O на 15 > масса H". Below this, there are several calculations:  $2,58 \cdot 16 = 1,60$  (with 1,60 circled),  $0,25 \cdot 1 = 0,25$ , and  $160 \cdot 25 = 0$ . A large bubble contains the text "Ответ: да".

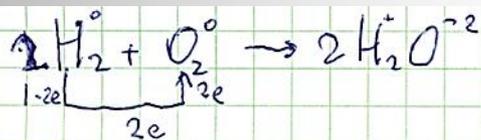
(13) да

Handwritten work on grid paper showing a chemical reaction:  $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ . Below it, calculations are shown:  $0,25 : 2 = 0,125$ ,  $0,25 : 2 = 0,0625$ , and  $0,0625 \cdot 32 = 2,25$ . The final line says "Ответ: да".

**Группа П:** решало задачу – 8 учеников;  
частично верных решений – 4

- верный ответ без обоснования

Не может, воды тоже не хватает.



соотношение веса

H 1·2                      O 16

2 : 16

1 : 8

$$\frac{2,68}{8} = 0,335_2 \text{ H-хватит } 2,68_2 \text{ O}$$

Ответ: водород полностью прореагирует.

- верно определено отношение весов
- нет способа определить «чего не хватит»

1) Массовое отношение водорода и кислорода в  $H_2O$ :

$$\frac{2}{8}$$

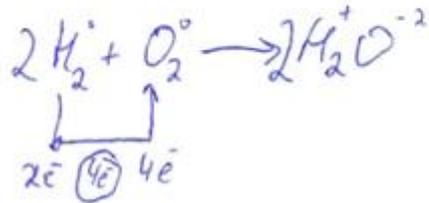
2)  $2,68g$  — дано кислорода

$\frac{2,68g}{8} = 0,335g$  — нужно водорода для реакции с  $2,68g$  кислорода

$0,335g > 0,250g \Rightarrow$  не ~~все~~ весь кислород

но условию  $\uparrow$  вступит в реакцию  $\Rightarrow$  Нет ~~не~~  
данно водорода с водородом

3. Образование воды из водорода с кислородом:



Значит кислород и водород надо брать в молярном соотношении 1:2.

Водород весит 2 г/моль

Кислород весит ~~32~~<sup>32</sup> г/моль

Значит ~~надо~~  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2$  надо брать в массовом соотношении  $\text{O}_2:\text{H}_2 = 32:4 = 8:1$ .

$$\frac{2,68}{0,25} = 10,72$$

$$10,72:1 \neq 8:1$$

~~останется лишний  $\text{O}_2$ .~~

Ответ: не могут.

- и этот ученик не имеет надежного способа определения, что здесь «останется лишним»

- **«пилотная» апробация разноуровневых заданий показала принципиальные различия в «подходах» учеников к решению задач, отнесенных нами ко 2 и 3 уровню демонстрации общепредметной компетенции; это задает определенную перспективу создания методик диагностического обследования уровня достижения образовательных результатов при изучении химии в основной школе**

Приглашаем к участию  
в дальнейшей разработке!

