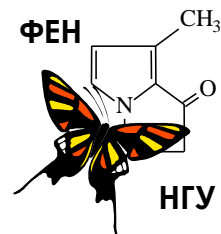




55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Первый отборочный этап 2016-2017 уч. года
Решения заданий по химии
11 класс



Задача 1. (автор В. А. Емельянов).

1. Ломоносов Михаил (Михайло) Васильевич. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.
2. Закон сохранения массы веществ и закон сохранения энергии (количества движения). М.В. Ломоносов открыл закон сохранения массы.
3. Закон сохранения массы веществ: «Общая масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна общей массе продуктов реакции». При ядерных реакциях закон сохранения массы следует применять в несколько иной формулировке: «Сумма массы вещества системы и массы, эквивалентной энергии, полученной или отданной той же системой, постоянна» (от школьника такой ответ не требуется). Закон сохранения энергии: «В изолированной системе энергия системы остается постоянной, возможны лишь переходы одного вида энергии в другой».
4. У Ломоносова «пропущения внешнего воздуха». Ответ «вскрытия реторты» и подобный ему засчитывается как правильный. У Р. Бойля получился привес именно потому, что, вскрыв реторту, он впустил в нее дополнительное количество воздуха взамен израсходованного кислорода.
5. Привес за счет воздуха 0,609 г, значит, воздуха вошло $0,609/29 = 0,021$ моль. Следовательно, кислорода израсходовалось 0,021 моль. Объемная доля кислорода в воздухе 0,21, то есть воздуха в реторте было всего $0,021/0,21 = 0,1$ моль. Объем реторты найдем из уравнения Менделеева-Клапейрона $V = nRT/p = 0,1 * 0,082 * 298/1 = 2,44$ л.
Если совершить почти такую же ошибку, как и Бойль, т.е. считать, что привес реторты обусловлен проникнувшим в реторту чистым кислородом (пусть даже и после ее вскрытия), то ответ получится неверным, хотя и близким. В этом случае количество кислорода $0,609/32 = 0,0190$ моль, количество воздуха в реторте $0,019/0,21 = 0,0906$ моль, ее объем $V = 0,0906 * 0,082 * 298/1 = 2,21$ л.
6. Как желтый «массикот», так и красный «свинцовый глёт» имеют формулу PbO. Формула известного оранжевого пигмента – «свинцового сурика» Pb₃O₄.
Уравнения реакций: $2Pb + O_2 = 2PbO$; $3Pb + 2O_2 = Pb_3O_4$.
5. Уравнения реакций: а) $PbO + 2NaOH + H_2O = Na_2[Pb(OH)_4]$ (засчитывать Na₄[Pb(OH)₆], Na₂PbO₂);
 $Pb_3O_4 + 6NaOH + 4H_2O = 2Na_2[Pb(OH)_4] + Na_2[Pb(OH)_6]$ (засчитывать Na₂PbO₃, Na₄PbO₄);
б) $PbO + 2HCl = PbCl_2 + H_2O$; $Pb_3O_4 + 8HCl = 3PbCl_2 + 4H_2O + Cl_2 \uparrow$;
в) $PbO + 2HNO_3 = Pb(NO_3)_2 + H_2O$; $Pb_3O_4 + 4HNO_3 = 2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O + PbO_2 \downarrow$;
г) $PbO + H_2SO_4 = PbSO_4 + H_2O$; $2Pb_3O_4 + 6H_2SO_4 = 6PbSO_4 + 6H_2O + O_2 \uparrow$.

Система оценивания:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Фамилия, имя, отчество, название (МГУ) по 0,5 б | 0,5 б * 4 = 2 б; |
| 2. Названия законов, указание на з-н сохр-я массы по 1 б | 1 б * 3 = 3 б; |
| 3. Формулировки законов, верно передающие их смысл по 2 б | 2 б * 2 = 4 б; |
| 4. Слово «воздух» в цитате 1 б, Бойль «впустил воздух» 1 б | 1 б * 2 = 2 б; |
| 5. Расчет количества кислорода через воздух 3 б (если напрямую, 0,609/32, то 1 б),
объем реторты (от 2,2 до 2,5 л) 2 б | 3 б + 2 б = 5 б; |
| 6. Формулы по 1 б, уравнения реакций по 1 б | 1 б * 2 + 1 б * 2 = 4 б; |
| 7. Уравнения реакций по 1 б | 1 б * 8 = 8 б; |
| Всего | 28 баллов |

Задача 2. (авторы Э.С. Сапарбаев, В. А. Емельянов).

1. Пористый продукт **Б**, образующийся при пиролизе древесины без доступа воздуха, – древесный уголь, элемент – углерод. Элемент, образующий простое желтое вещество **В**, встречающееся в природе в самородном состоянии, – сера. Тонкий порошок серы называется «серный цвет».

2. **A1** – CS₂ – сероуглерод (сернистый углерод, сульфид углерода), **Б1** – CO₂, **В1** – H₂S.

Уравнения реакций: [1] C + 2S = CS₂; [2] CS₂ + 2H₂O = CO₂ + 2H₂S.

3. Для расчета выхода сероуглерода найдем массу чистого углерода: m(C) = 40 × 0,8 = 32 г.

Посчитаем количество реагентов: n(C) = 32/12 = 2,667 моль, n(S) = 120/32 = 3,75 моль.

Поскольку углерод реагирует с серой в соотношении 1:2, на реакцию с 2,667 моля углерода потребуется 2,667*2 = 5,334 моля серы, следовательно, сера в недостатке.

Найдем теоретическую массу сероуглерода: m(CS₂) = (76×120)/(2×32) = (76×3,75)/2 = 142,5 г.

Зная плотность и объем, найдем массу полученного сероуглерода: m(CS₂) = 60×1,29 = 77,4 г.

Отсюда посчитаем выход: W = (77,4/142,5)×100% = 54,3 %.

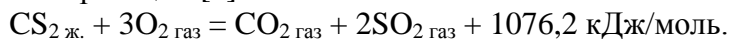
4. При сгорании сероуглерода образуются оксиды углерода и серы: CS₂ + 3O₂ = CO₂ + 2SO₂.

Таким образом, **B2** – SO₂.

Рассчитаем тепловой эффект реакции:

Q = 2Q_{образ.(SO₂)} + Q_{образ.(CO₂)} - Q_{образ.(CS₂)} = 2*297+393,5-(-88,7) = 1076,2 кДж/моль.

Термохимическое уравнение реакции [3]:



Найдем количество теплоты, выделяемое при сжигании 1 мл сероуглерода.

m(CS₂) = 1×1,29 = 1,29 г, n(CS₂) = 1,29/76 = 0,017 моль. Q = 0,017×1076 = 18,3 кДж.

5. **B2** – CCl₄, **B3** – Na₂CO₃, **B4** – CO, **B3** – SOCl₂, **B4** – S₂Cl₂, **B5** – SCl₂, **A2** – Na₂CS₃, **A3** – COS.

Уравнения реакций: [4] SO₂ + PCl₅ = SOCl₂ + POCl₃; [5] CS₂ + 3Cl₂ = CCl₄ + S₂Cl₂;

[6] S₂Cl₂ + Cl₂ = 2SCl₂; [7] 2SCl₂ + O₂ = 2SOCl₂; [8] CCl₄ + 6NaOH = Na₂CO₃ + 4NaCl + 3H₂O;

[9] 3CS₂ + 6NaOH = 2Na₂CS₃ + Na₂CO₃ + 3H₂O; [10] Na₂CO₃ + 2HCl = 2NaCl + CO₂ + H₂O;

[11] CO₂ + C = 2CO; [12] CO + S = COS; [13] Na₂CS₃ + 2HCl = CS₂ + 2NaCl + H₂O;

[14] CS₂ + 3SO₃ = COS + 4SO₂.

Система оценивания:

1. Названия элементов по 1 б, собственные названия веществ по 1 б 1 б * 4 = 4 б;

2. Формулы веществ по 0,5 б, название A1 1 б, уравнения реакций по 1 б 0,5 б * 3 + 1 б + 1 б * 2 = 4,5 б;

3. Расчет выхода 2 б 2 б;

4. Формула B2 0,5 б, расчет теплового эффекта реакции 2 б, термохимическое уравнение 2 б (уравнение реакции [3] 1 б, запись в нем теплового эффекта и агрегатных состояний по 0,5 б) ,
расчет количества тепла на 1 мл 2 б 0,5 б + 2 б + 2 б + 2 б = 6,5 б;

5. Формулы веществ по 0,5 б, уравнения реакций по 1 б 0,5 б * 8 + 1 б * 11 = 15 б;

Всего **32 балла**

Задача 3. (авторы В.А. Воробьев, В.А. Емельянов).

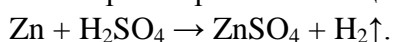
1. Монет собрано на общую сумму 13084,59 долларов, умножив это число на 100, получим общее количество монет: 13084,59*100 = 1308459 штук.

Рассчитаем, сколько монет Ноулес собирал в год: 1308459/40 = 32711 ≈ 32,7 тыс. монет. До 1982 года каждый год он набирал 32,7*3,08 = 100,7 кг монет. После 1982 года – 32,7*2,50 = 81,75 кг.

Суммарная масса: 100,7*(1982-1967) + 81,75*(2007-1982) ≈ 3560 кг = 3,56 т. Можно посчитать и другим способом: До 1982 года в течение 15 лет Ноулес собирал центры по 3,08 г, а затем, в течение 25 лет – по 2,50 г. Средняя масса одной монетки: 3,08*15/40 + 2,50*25/40 = 2,72 г. Можно считать, что он собирал монетки весом только 2,72 г в течение 40 лет. Общая масса монет: 2,72*1308459/1000000 ≈ 3,56 т.

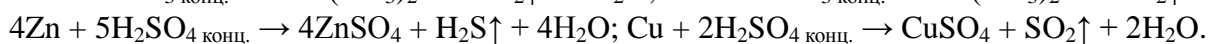
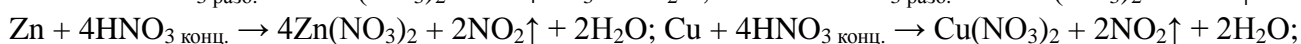
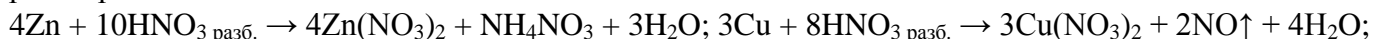
2. В описанном опыте цинк, находившийся внутри монеты, растворяется, а медное покрытие остается: Zn + 2HCl → ZnCl₂ + H₂↑.

Чтобы растворять только цинк, подойдет лишь разбавленная серная кислота:



А вот, заменив соляную кислоту азотной или концентрированной серной, мы также будем

растворять ещё и медь:



3. В условии сказано, что монета нового образца состоит из цинка, покрытого медью, суммарным весом 2,50 г. Если весь цинк растворить, то останется только медь, что и произошло в соляной кислоте. Масса оставшейся меди – 0,06 г. Значит, столько же содержалось изначально на монете, так как в таких условиях медь не переходит в раствор. Следовательно, массовая доля меди равна $0,06/2,50 = 0,024$ или 2,4 %, массовая доля цинка $1 - 0,024 = 0,976$ или 97,6 % из этих данных. (На самом деле содержание меди в настоящей монете 2,5 %, но отклонение незначительно, и его вполне можно списать на ошибку взвешивания).

Монета нового образца не отличается размерами от старого, а это значит, что объем у них одинаковый. Объем новой монеты получим сложением объемов меди и цинка:

$$V = 0,06/8,95 + (2,5-0,06)/7,14 = 0,348 \text{ см}^3.$$

Пусть x - объем меди в составе старой монеты, тогда $(0,348-x)$ - объем цинка. Составим уравнение:

$$8,95x + 7,14(0,348-x) = 3,08, \text{ откуда } x = 0,329.$$

Масса меди в составе старой монеты $8,95*0,329 = 2,94$ г, масса цинка $7,14*(0,348-0,329) = 0,14$ г.

Массовая доля меди $2,94/3,08 = 0,955$ или 95,5 %, массовая доля цинка $1 - 0,955 = 0,045$ или 4,5 %.

Можно провести оценку и по-другому. Найдем среднюю плотность монеты нового образца:

$\rho_{\text{нов}} = 7,14*0,976 + 8,95*0,024 = 7,18 \text{ г/см}^3$. Плотность монеты старого образца легко находится из соотношения масс монет: $\rho_{\text{стар}} = 3,09*7,18/2,50 = 8,87 \text{ г/см}^3$. Массовую долю цинка, x , находим из следующего уравнения: $8,95*(1-x)+7,14*x = 8,87$; $x = 0,044$. Процентное содержание цинка 4,4 %, меди – 95,6 %.

*На самом деле, процент цинка в составе старой монеты чуть больше – 5 %. Отклонение на сей раз вызвано тем, что объем сплава на самом деле оказывается несколько меньше, чем сумма объемов входящих в него металлов.

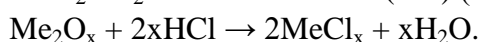
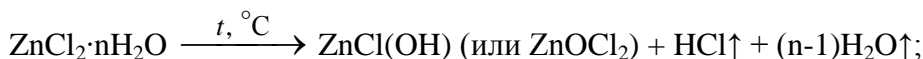
4. Рассчитаем количество хлороводорода, содержащегося в 100 г соляной кислоты:

$v_{\text{HCl}} = 100*0,1/36,5 = 274$ ммоль. Количество цинка $v_{\text{Zn}} = (2,50 - 0,06)/65,4 = 37,3$ ммоль, т. е. хлороводород взят в большом избытке. Рассчитаем объем раствора, который в ходе реакции практически не изменится: $100/1,048 = 95,4$ мл.

Итак, в растворе содержатся хлороводород (соляная кислота засчитывается) и хлорид цинка. Вычислим их концентрации: Оставшееся количество хлороводорода: $274 - 37,3*2 = 199$ ммоль. Концентрация хлороводорода: $0,199/0,0954 = 2,09$ моль/л, концентрация хлорида цинка: $0,0373/0,0954 = 0,391$ моль/л.

5. При упаривании солянокислого раствора будет выделяться кристаллогидрат ZnCl_2 . Его количество совпадает с количеством цинка (37,3 ммоль), а масса составляет 7,77 г. Следовательно, его молярная масса $7,77/0,0373 = 208,3$ г/моль. За вычетом массы ZnCl_2 ($65,4+71 = 136,4$) остается $208,3-136,4 = 71,9$ г/моль, что соответствует $71,9/18 = 3,99 \approx 4$ молекулам кристаллизационной воды.

6. Если кристаллогидрат $\text{ZnCl}_2*4\text{H}_2\text{O}$ сушить просто нагреванием, пытаясь избавиться от кристаллизационной воды, то пойдет высокотемпературный гидролиз с образованием основных хлоридов (или оксохлоридов) цинка и паров соляной кислоты. В качестве паяльного флюса кристаллогидраты $\text{ZnCl}_2*n\text{H}_2\text{O}$ используются из-за образующейся соляной кислоты – она убирает с поверхности оксидные пленки, открывая металл для надежного крепления припоя:



Для получения безводных хлоридов такие кристаллогидраты сушат либо нагреванием в токе хлороводорода, либо с помощью тионилхлорида, который химически связывает воду:



7. Каким бы очевидным ни казался ответ, что водород будет образовываться на поверхности растворяющегося цинка – он неправильный! Цинк и медь в контакте образуют гальваническую

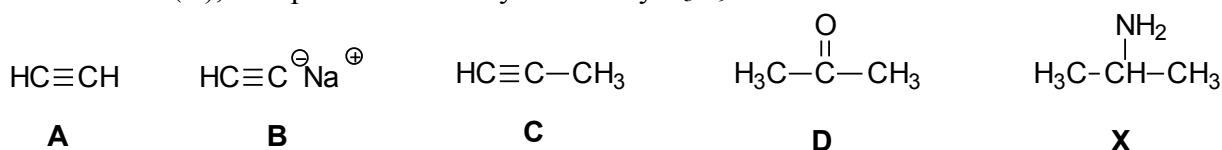
пару, в которой анодом будет служить более активный металл, – цинк. Цинк и будет переходить в раствор, отдавая свои электроны меди, которая в результате будет заряжена отрицательно. Именно на поверхности медного катода в основном и будет проходить восстановление водорода. Таким образом, большая часть пузырьков будет покрывать медную поверхность.

Система оценивания:

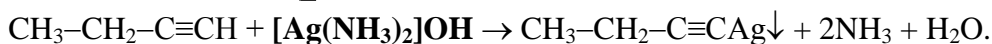
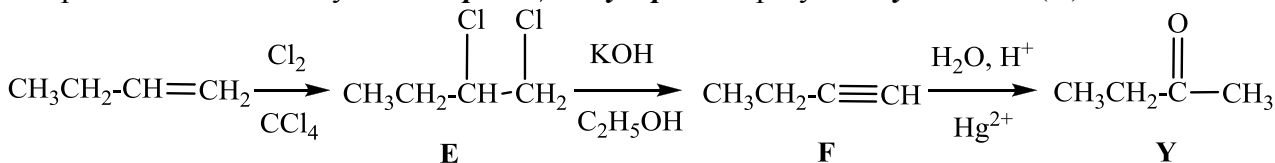
- | | | |
|--|-----|--------------------------|
| 1. Общая масса монет | 2 б | |
| 2. Уравнения реакций по 1 б | | 1 б * 8 = 8 б; |
| 3. Массовые доли меди и цинка в новой монете по 1 б, в старой по 2 б | | 1 б * 2 + 2 б * 2 = 6 б; |
| 4 Концентрации веществ по 2 б | | 2 б * 2 = 4 б; |
| 5. Расчет количества кристаллизационной воды | 2 б | |
| 6. Уравнения реакций по 1 б, способ получения (не простой нагрев) | 2 б | 1 б * 2 + 2 б = 4 б; |
| 7. Ответ - на меди пузырьков больше 1 б, пояснение до 2 б | | 1 б + 2 б = 3 б; |
| Всего | | 29 баллов |

Задача 4. (авторы Н.В. Рубан, М.А. Ильин).

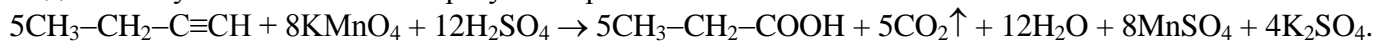
1-3. При взаимодействии карбида кальция с водой образуется **ацетилен (А)**. Ацетилен способен взаимодействовать с амидом натрия, при этом (учитывая мольное соотношение реагентов) образуется (моно)**ацетиленид натрия (В)**. При взаимодействии ацетиленид натрия с метилиодидом образуется иодид натрия и **пропин (С)**. При гидратации пропина в условиях **реакции Кучерова** ($H_2O / H^+, Hg^{2+}$) образуется **ацетон (D)**. Взаимодействие ацетона с аммиаком в присутствии водорода (восстановительное аминирование) приводит к образованию **изопропиламина (X)**, который соответствует составу C_3H_9N .



Рассмотрим схему получения соединения **Y**. При взаимодействии алкенов с галогенами в описанных условиях (Cl_2 / CCl_4) происходит реакция присоединения молекулы галогена по двойной связи, т.е. образуется **1,2-дихлорбутан (E)**. Взаимодействие дихлорпроизводных алканов со спиртовым раствором щелочи приводит к образованию ненасыщенных углеводородов. Поскольку непредельный углеводород **F** взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра(I) с образованием осадка, соединение **F** –концевой (терминальный) алкин, следовательно, **F** – **бутин-1**. При гидратации алкина **F** в условиях **реакции Кучерова** образуется **бутанон-2 (Y)**.



4. При окислении алкина **F** раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты выделяется углекислый газ и образуется пропионовая кислота:

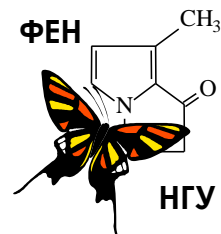


Система оценивания:

- | | | |
|--|--|-------------------------|
| 1. Структурные формулы A-F, X и Y по 1 б, названия по 1 б | | (1 б + 1 б) * 8 = 16 б; |
| 2. Формула $[Ag(NH_3)_2]OH$ 1 б, уравнение реакции F + $[Ag(NH_3)_2]OH$ 1 б | | 1 б + 1 б = 2 б; |
| (если в уравнении реакции неправильно расставлены коэффициенты, ставится 0,5 б; если приведены не все продукты до 0,5 б) | | |
| 3. Именное название (реакция Кучерова) 1 б | | 1 б. |
| 4. Уравнение реакции окисления F 2 б | | 2 б. |
| (если в уравнении реакции неправильно расставлены коэффициенты, ставится 1 б; если приведены не все продукты до 0,5 б) | | |
| Всего | | 21 балл |



55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Первый отборочный этап 2016-2017 уч. года
Решения заданий по химии
10 класс



Задача 1. (автор В. А. Емельянов).

1. Ломоносов Михаил (Михайло) Васильевич. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.
2. Закон сохранения массы веществ и закон сохранения энергии (количества движения). М.В. Ломоносов открыл закон сохранения массы.
3. Закон сохранения массы веществ: «Общая масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна общей массе продуктов реакции». При ядерных реакциях закон сохранения массы следует применять в несколько иной формулировке: «Сумма массы вещества системы и массы, эквивалентной энергии, полученной или отданной той же системой, постоянна» (от школьника такой ответ не требуется). Закон сохранения энергии: «В изолированной системе энергия системы остается постоянной, возможны лишь переходы одного вида энергии в другой».
4. У Ломоносова «пропущения внешнего воздуха». Ответ «вскрытия реторты» и подобный ему засчитывается как правильный. У Р. Бойля получился привес именно потому, что, вскрыв реторту, он впустил в нее дополнительное количество воздуха взамен израсходованного кислорода.
5. Привес за счет воздуха 0,609 г, значит, воздуха вошло $0,609/29 = 0,021$ моль. Следовательно, кислорода израсходовалось 0,021 моль. Объемная доля кислорода в воздухе 0,21, то есть воздуха в реторте было всего $0,021/0,21 = 0,1$ моль. Объем реторты $24,4 \cdot 0,1 = 2,44$ л.
Если совершить почти такую же ошибку, как и Бойль, т.е. считать, что привес реторты обусловлен проникнувшим в реторту чистым кислородом (пусть даже и после ее вскрытия), то ответ получится неверным, хотя и близким. В этом случае количество кислорода $0,609/32 = 0,0190$ моль, количество воздуха в реторте $0,019/0,21 = 0,0906$ моль, ее объем $24,4 \cdot 0,0906 = 2,21$ л.
6. Рассчитаем составы веществ А и Б. В 100 г А содержится 92,8 г или $92,8/207,2$ молей атомов элемента свинца и $100-92,8 = 7,2$ г или $7,2/16$ молей атомов элемента кислорода. Отношение количества атомов Pb : O составляет $92,8/207,2 : 7,2/16 = 0,448:0,45 = 1:1,0 = 1:1$. Таким образом, формула А – PbO. Аналогично для Б получаем Pb : O = $90,7/207,2 : 9,3/16 = 0,438:0,581 = 1:1,33 = 3:4$. То есть, формула Б – Pb₃O₄.
Уравнения реакций: $2Pb + O_2 = 2PbO$; $3Pb + 2O_2 = Pb_3O_4$.
5. Уравнения реакций: а) $PbO + 2NaOH + H_2O = Na_2[Pb(OH)_4]$ (засчитывать Na₄[Pb(OH)₆], Na₂PbO₂);
 $Pb_3O_4 + 6NaOH + 4H_2O = 2Na_2[Pb(OH)_4] + Na_2[Pb(OH)_6]$ (засчитывать Na₂PbO₃, Na₄PbO₄);
б) $PbO + 2HCl = PbCl_2 + H_2O$; $Pb_3O_4 + 8HCl = 3PbCl_2 + 4H_2O + Cl_2 \uparrow$;
в) $PbO + 2HNO_3 = Pb(NO_3)_2 + H_2O$; $Pb_3O_4 + 4HNO_3 = 2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O + PbO_2 \downarrow$;
г) $PbO + H_2SO_4 = PbSO_4 + H_2O$; $2Pb_3O_4 + 6H_2SO_4 = 6PbSO_4 + 6H_2O + O_2 \uparrow$.

Система оценивания:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Фамилия, имя, отчество, название (МГУ) по 0,5 б | 0,5 б * 4 = 2 б; |
| 2. Названия законов, указание на 3-н сохр-я массы по 1 б | 1 б * 3 = 3 б; |
| 3. Формулировки законов, верно передающие их смысл по 2 б | 2 б * 2 = 4 б; |
| 4. Слово «воздух» в цитате 1 б, Бойль «впустил воздух» 1 б | 1 б * 2 = 2 б; |
| 5. Расчет количества кислорода через воздух 3 б (если напрямую, 0,609/32, то 1 б),
объем реторты (от 2,2 до 2,5 л) 2 б | 3 б + 2 б = 5 б; |
| 6. Формулы по 1 б, уравнения реакций по 1 б | 1 б * 2 + 1 б * 2 = 4 б; |
| 7. Уравнения реакций по 1 б | 1 б * 8 = 8 б; |
| Всего | 28 баллов |

Задача 2. (авторы Э.С. Сапарбаев, В. А. Емельянов).

1. Пористый продукт **Б**, образующийся при пиролизе древесины без доступа воздуха, – древесный уголь, элемент – углерод. Элемент, образующий простое желтое вещество **В**, встречающееся в природе в самородном состоянии, – сера. Тонкий порошок серы называется «серный цвет».

2. **A1** – CS₂ – сероуглерод (сернистый углерод, сульфид углерода), **Б1** – CO₂, **В1** – H₂S.

Уравнения реакций: [1] C + 2S = CS₂; [2] CS₂ + 2H₂O = CO₂ + 2H₂S.

3. Для расчета выхода сероуглерода найдем массу чистого углерода: m(C) = 40 × 0,8 = 32 г.

Посчитаем количество реагентов: n(C) = 32/12 = 2,667 моль, n(S) = 120/32 = 3,75 моль.

Поскольку углерод реагирует с серой в соотношении 1:2, на реакцию с 2,667 моля углерода потребуется 2,667*2 = 5,334 моля серы, следовательно, сера в недостатке.

Найдем теоретическую массу сероуглерода: m(CS₂) = (76×120)/(2×32) = (76×3,75)/2 = 142,5 г.

Зная плотность и объем, найдем массу полученного сероуглерода: m(CS₂) = 60×1,29 = 77,4 г.

Отсюда посчитаем выход: W = (77,4/142,5)×100% = 54,3 %.

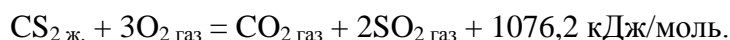
4. При сгорании сероуглерода образуются оксиды углерода и серы: CS₂ + 3O₂ = CO₂ + 2SO₂.

Таким образом, **B2** – SO₂, что подтверждается массовыми долями (50 %) серы и кислорода.

Рассчитаем тепловой эффект реакции:

Q = 2Q_{образ.(SO₂)} + Q_{образ.(CO₂)} - Q_{образ.(CS₂)} = 2*297+393,5-(-88,7) = 1076,2 кДж/моль.

Термохимическое уравнение реакции [3]:



Найдем количество теплоты, выделяемое при сжигании 1 мл сероуглерода.

m(CS₂) = 1×1,29 = 1,29 г, n(CS₂) = 1,29/76 = 0,017 моль. Q = 0,017×1076 = 18,3 кДж.

5. **B2** – CCl₄, **B3** – Na₂CO₃, **B4** – CO, **B3** – SOCl₂, **B4** – S₂Cl₂, **B5** – SCl₂, **A2** – Na₂CS₃, **A3** – COS.

Уравнения реакций: [4] SO₂ + PCl₅ = SOCl₂ + POCl₃; [5] CS₂ + 3Cl₂ = CCl₄ + S₂Cl₂;

[6] S₂Cl₂ + Cl₂ = 2SCl₂; [7] 2SCl₂ + O₂ = 2SOCl₂; [8] CCl₄ + 6NaOH = Na₂CO₃ + 4NaCl + 3H₂O;

[9] 3CS₂ + 6NaOH = 2Na₂CS₃ + Na₂CO₃ + 3H₂O; [10] Na₂CO₃ + 2HCl = 2NaCl + CO₂ + H₂O;

[11] CO₂ + C = 2CO; [12] CO + S = COS; [13] Na₂CS₃ + 2HCl = CS₂ + 2NaCl + H₂O;

[14] CS₂ + 3SO₃ = COS + 4SO₂.

Система оценивания:

1. Названия элементов по 1 б, собственные названия веществ по 1 б 1 б * 4 = 4 б;

2. Формулы веществ по 0,5 б, название A1 1 б, уравнения реакций по 1 б 0,5 б * 3 + 1 б + 1 б * 2 = 4,5 б;

3. Расчет выхода 2 б 2 б;

4. Формула B2 0,5 б, расчет теплового эффекта реакции 2 б, термохимическое уравнение 2 б (уравнение реакции [3] 1 б, запись в нем теплового эффекта и агрегатных состояний по 0,5 б) , 0,5 б + 2 б + 2 б + 2 б = 6,5 б;

5. Формулы веществ по 0,5 б, уравнения реакций по 1 б 0,5 б * 8 + 1 б * 11 = 15 б;

Всего 32 балла

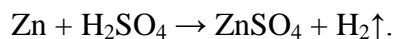
Задача 3. (авторы В.А. Воробьев, В.А. Емельянов).

1. Монет собрано на общую сумму 13084,59 долларов, умножив это число на 100, получим общее количество монет: 13084,59*100 = 1308459 штук.

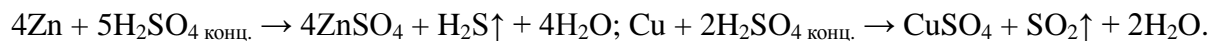
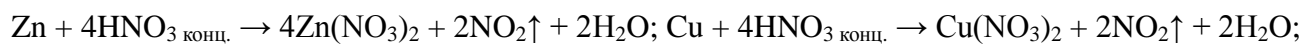
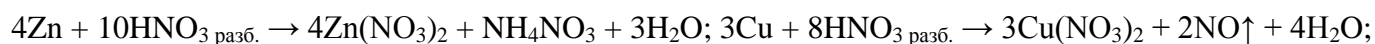
Рассчитаем, сколько монет Ноулес собирал в год: 1308459/40 = 32711 ≈ 32,7 тыс. монет. До 1982 года каждый год он набирал 32,7*3,08 = 100,7 кг монет. После 1982 года – 32,7*2,50 = 81,75 кг. Суммарная масса: 100,7*(1982-1967) + 81,75*(2007-1982) ≈ 3560 кг = 3,56 т. Можно посчитать и другим способом: До 1982 года в течение 15 лет Ноулес собирал центры по 3,08 г, а затем, в течение 25 лет – по 2,50 г. Средняя масса одной монетки: 3,08*15/40 + 2,50*25/40 = 2,72 г. Можно считать, что он собирал монетки весом только 2,72 г в течение 40 лет. Общая масса монет: 2,72*1308459/1000000 ≈ 3,56 т.

2. Профиль Линкольна покрывается пузырьками водорода по реакции: $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$. В результате цинк, находившийся внутри монеты, растворяется, а медное покрытие остается.

Чтобы растворять только цинк, подойдет лишь разбавленная серная кислота:



А вот, заменив соляную кислоту азотной или концентрированной серной, мы также будем растворять ещё и медь:



3. В условии сказано, что монета нового образца состоит из цинка, покрытого медью, суммарным весом 2,50 г. Если весь цинк растворить, то останется только медь, что и произошло в соляной кислоте. Масса оставшейся меди – 0,06 г. Значит, столько же содержалось изначально на монете, так как в таких условиях медь не переходит в раствор. Следовательно, массовая доля меди равна $0,06/2,50 = 0,024$ или 2,4 %, массовая доля цинка $1 - 0,024 = 0,976$ или 97,6 % из этих данных. (На самом деле содержание меди в настоящей монете 2,5 %, но отклонение незначительно, и его вполне можно списать на ошибку взвешивания).

Монета нового образца не отличается размерами от старого, а это значит, что объем у них одинаковый. Объем новой монеты получим сложением объемов меди и цинка:

$$V = 0,06/8,95 + (2,5-0,06)/7,14 = 0,348 \text{ см}^3.$$

Пусть x - объем меди в составе старой монеты, тогда $(0,348-x)$ - объем цинка. Составим уравнение:

$$8,95x + 7,14(0,348-x) = 3,08, \text{ откуда } x = 0,329.$$

Масса меди в составе старой монеты $8,95 \cdot 0,329 = 2,94$ г, масса цинка $7,14 \cdot (0,348-0,329) = 0,14$ г. Массовая доля меди $2,94/3,08 = 0,955$ или 95,5 %, массовая доля цинка $1 - 0,955 = 0,045$ или 4,5 %.

Можно провести оценку и по-другому. Найдем среднюю плотность монеты нового образца:

$\rho_{\text{нов}} = 7,14 \cdot 0,976 + 8,95 \cdot 0,024 = 7,18 \text{ г/см}^3$. Плотность монеты старого образца легко находится из соотношения масс монет: $\rho_{\text{стар}} = 3,09 \cdot 7,18/2,50 = 8,87 \text{ г/см}^3$. Массовую долю цинка, x , находим из следующего уравнения: $8,95 \cdot (1-x) + 7,14 \cdot x = 8,87$; $x = 0,044$. Процентное содержание цинка 4,4 %, меди – 95,6 %.

*На самом деле, процент цинка в составе старой монеты чуть больше – 5 %. Отклонение на сей раз вызвано тем, что объем сплава на самом деле оказывается несколько меньше, чем сумма объемов входящих в него металлов.

4. Рассчитаем количество хлороводорода, содержащегося в 100 г соляной кислоты:

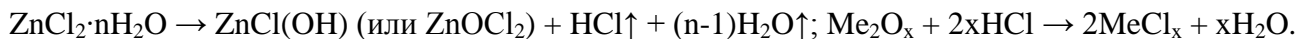
$v_{HCl} = 100 \cdot 0,1/36,5 = 274$ ммоль. Количество цинка $v_{Zn} = (2,50 - 0,06)/65,4 = 37,3$ ммоль, т. е. хлороводород взят в большом избытке. Рассчитаем объем раствора, который в ходе реакции практически не изменится: $100/1,048 = 95,4$ мл.

Итак, в растворе содержатся хлороводород (соляная кислота засчитывается) и хлорид цинка. Вычислим их концентрации: Оставшееся количество хлороводорода: $274 - 37,3 \cdot 2 = 199$ ммоль. Концентрация хлороводорода: $0,199/0,0954 = 2,09$ моль/л, концентрация хлорида цинка: $0,0373/0,0954 = 0,391$ моль/л.

5. При упаривании солянокислого раствора будет выделяться кристаллогидрат $ZnCl_2$. Его количество совпадает с количеством цинка (37,3 ммоль), а масса составляет 7,77 г. Следовательно, его молярная масса $7,77/0,0373 = 208,3$ г/моль. За вычетом массы $ZnCl_2$ ($65,4+71 = 136,4$) остается $208,3-136,4 = 71,9$ г/моль, что соответствует $71,9/18 = 3,99 \approx 4$ молекулам кристаллизационной воды.

6. В качестве паяльного флюса кристаллогидраты $ZnCl_2 \cdot nH_2O$ используются из-за образующейся в ходе высокотемпературного гидролиза соляной кислоты – она убирает с поверхности оксидные

пленки, открывая металл для надежного крепления припоя:



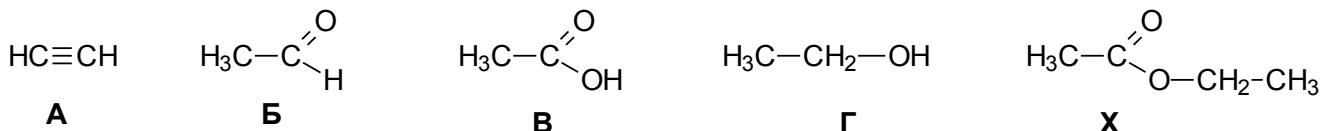
7. Каким бы очевидным ни казался ответ, что водород будет образовываться на поверхности растворяющегося цинка – он неправильный! Цинк и медь в контакте образуют гальваническую пару, в которой анодом будет служить более активный металл, – цинк. Цинк и будет переходить в раствор, отдавая свои электроны меди, которая в результате будет заряжена отрицательно. Именно на поверхности медного катода в основном и будет проходить восстановление водорода. Таким образом, большая часть пузырьков будет покрывать медную поверхность.

Система оценивания:

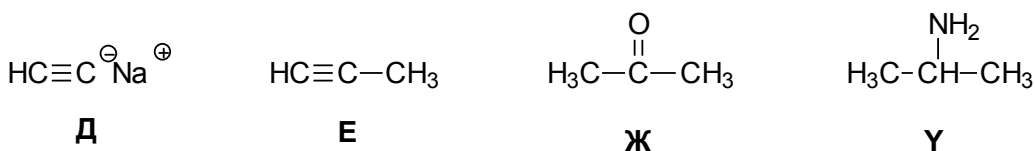
1. Общая масса монет	2 б	
2. Водород	1 б, на разб. серную можно, остальные - нельзя	1 б
уравнения реакций	по 1 б	$1\text{ б} + 1\text{ б} + 1\text{ б} * 8 = 10\text{ б};$
3. Массовые доли меди и цинка в новой монете	по 1 б, в старой по 2 б	$1\text{ б} * 2 + 2\text{ б} * 2 = 6\text{ б};$
4. Названия веществ	по 1 б, концентрации по 2 б	$1\text{ б} * 2 + 2\text{ б} * 2 = 6\text{ б};$
5. Расчет количества кристаллизационной воды	2 б	2 б;
6. Уравнения реакций	по 1 б	$1\text{ б} * 2 = 2\text{ б};$
7. Ответ - на меди пузырьков больше	1 б, пояснение до 2 б	$1\text{ б} + 2\text{ б} = 3\text{ б};$
Всего		31 балл

Задача 4. (авторы Н.В. Рубан, М.А. Ильин).

1-2. При взаимодействии карбида кальция с водой образуется **ацетилен (А)**. При гидратации ацетилена в условиях **реакции Кучерова** ($\text{H}_2\text{O} / \text{H}^+, \text{Hg}^{2+}$) образуется **ацетальдегид (Б)**. Окисление ацетальдегида аммиачным раствором оксида серебра(I) (раствором гидроксида диамминсеребра(I)) приводит к образованию **уксусной кислоты (В)** (а точнее, в данной реакции – к ее аммонийной соли – ацетату аммония). При каталитическом восстановлении ацетальдегида водородом образуется **этанол (Г)**. Взаимодействием спиртов и карбоновых кислот (или солей) в присутствии концентрированной серной кислоты ("классические" условия реакции этерификации) получают сложные эфиры, **Х – этилацетат**.



Ацетилен (А) способен взаимодействовать с амидом натрия, причем, учитывая соотношение реагентов, при этом образуется (моно)**ацетиленид натрия (Д)**. При взаимодействии ацетиленид натрия с метилиодидом образуется иодид натрия и **пропин (Е)**. Гидратация пропина в условиях **реакции Кучерова** ($\text{H}_2\text{O} / \text{H}^+, \text{Hg}^{2+}$) приводит к образованию **ацетона (Ж)**. Взаимодействие ацетона с аммиаком в присутствии водорода (восстановительное аминирование) приводит к образованию **изопропиламина (У)**, который соответствует составу $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$.

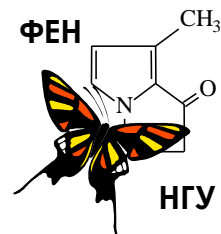


Система оценивания:

1. Структурные формулы А-Ж, Х и У	по 1 б, названия по 1 б	$(1\text{ б} + 1\text{ б}) * 9 = 18\text{ б};$
2. Именное название (реакция Кучерова)	1 б	1 б.
Всего		19 баллов



55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Первый отборочный этап 2016-2017 уч. года
Решения заданий по химии
9 класс



Задача 1. (автор В. А. Емельянов).

1. Ломоносов Михаил (Михайло) Васильевич. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.

2. Закон сохранения массы веществ и закон сохранения энергии (количества движения). М.В. Ломоносов открыл закон сохранения массы.

3. Закон сохранения массы веществ: «Общая масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна общей массе продуктов реакции». При ядерных реакциях закон сохранения массы следует применять в несколько иной формулировке: «Сумма массы вещества системы и массы, эквивалентной энергии, полученной или отданной той же системой, постоянна» (от школьника такой ответ не требуется). Закон сохранения энергии: «В изолированной системе энергия системы остается постоянной, возможны лишь переходы одного вида энергии в другой».

4. У Ломоносова «пропущения внешнего воздуха». Ответ «вскрытия реторты» и подобный ему засчитывается как правильный. У Р. Бойля получился привес именно потому, что, вскрыв реторту, он впустил в нее дополнительное количество воздуха взамен израсходованного кислорода.

5. Привес за счет воздуха 0,609 г, значит, воздуха вошло $0,609/29 = 0,021$ моль. Следовательно, кислорода израсходовалось 0,021 моль. Объемная доля кислорода в воздухе 0,21, то есть воздуха в реторте было всего $0,021/0,21 = 0,1$ моль. Объем реторты $24,4 \cdot 0,1 = 2,44$ л.

Если совершить почти такую же ошибку, как и Бойль, т.е. считать, что привес реторты обусловлен проникнувшим в реторту чистым кислородом (пусть даже и после ее вскрытия), то ответ получится неверным, хотя и близким. В этом случае количество кислорода $0,609/32 = 0,0190$ моль, количество воздуха в реторте $0,019/0,21 = 0,0906$ моль, ее объем $24,4 \cdot 0,0906 = 2,21$ л.

6. Окалины – продукты прокаливания металлов на воздухе, т.е. продукты взаимодействия металлов с кислородом. Следовательно, они относятся к классу оксидов. Рассчитаем составы веществ **А** и **Б**. В 100 г **А** содержится 92,8 г или $92,8/207,2$ молей атомов элемента свинца и $100-92,8 = 7,2$ г или $7,2/16$ молей атомов элемента кислорода.

Отношение количества атомов Pb : O составляет $92,8/207,2 : 7,2/16 = 0,448:0,45 = 1:1,0 = 1:1$. Таким образом, формула **А** – PbO.

Аналогично для **Б** получаем Pb : O = $90,7/207,2 : 9,3/16 = 0,438:0,581 = 1:1,33 = 3:4$. То есть, формула **Б** – Pb₃O₄.

Уравнения реакций: $2Pb + O_2 = 2PbO$; $3Pb + 2O_2 = Pb_3O_4$.

Система оценивания:

- | | |
|---|--|
| 1. Фамилия, имя, отчество, название (МГУ) по 1 б | $1 \text{ б} \cdot 4 = 4 \text{ б};$ |
| 2. Названия законов, указание на 3-н сохр-я массы по 1 б | $1 \text{ б} \cdot 3 = 3 \text{ б};$ |
| 3. Формулировки законов, верно передающие их смысл по 2 б | $2 \text{ б} \cdot 2 = 4 \text{ б};$ |
| 4. Слово «воздух» в цитате 1 б, Бойль «впустил воздух» 1 б | $1 \text{ б} \cdot 2 = 2 \text{ б};$ |
| 5. Расчет количества кислорода через воздух 3 б (если напрямую, 0,609/32, то 1 б),
объем реторты (от 2,2 до 2,5 л) 2 б | $3 \text{ б} + 2 \text{ б} = 5 \text{ б};$ |
| 6. Оксиды 1 б, формулы по 1 б, уравнения по 1 б | $1 \text{ б} + 1 \text{ б} \cdot 2 + 1 \text{ б} \cdot 2 = 5 \text{ б};$ |
| Всего | 23 балла |

Задача 2. (авторы Д.В. Марковская, В. А. Емельянов).

1. Известный с древности элемент, образующий желтое горючее простое вещество, при сгорании которого образуется газ с резким запахом – это сера, которую алхимики считали отцом всех металлов. К тому же выводу приходим из необходимости доокисления до высшего оксида в присутствии оксида ванадия, а также из информации об образовании водородного соединения с отвратительным запахом, проявляющего кислотные свойства.

Известные соединения перечисленных металлов с серой:



2. Формулы соединений **Б-К**:



3. Названия соединений **Б-К**:

Б – SO_2 – сернистый газ, сернистый ангидрид, двуокись серы, диоксид серы, оксид серы(IV);

В – SO_3 – серный ангидрид, трехокись серы, триоксид серы, оксид серы(VI);

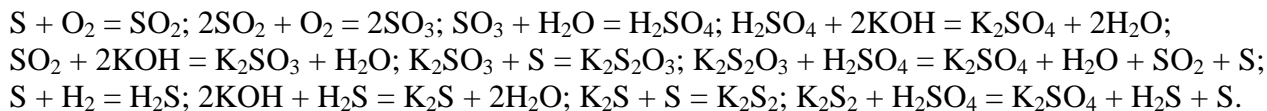
Г – H_2SO_4 – серная кислота; **Д** – K_2SO_4 – сульфат калия, сернокислый калий;

Е – K_2SO_3 – сульфит калия, сернистоокислый калий; **Ж** – $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – тиосульфат калия;

З – H_2S – сероводород; **И** – K_2S – сульфид калия, сернистый калий;

К – K_2S_2 – дисульфид калия, двусернистый калий.

Уравнения реакций, представленных на схеме:



4. В соответствии с принципом Ле Шателье, химическое равновесие для экзотермического процесса, сопровождающегося уменьшением числа молекул в газовой фазе, при указанном воздействии: а) добавить оксида ванадия(V) – не сместится; б) добавить кислорода – сместится в сторону **В** (вправо); в) уменьшить давление смеси – сместится в сторону **Б** (влево); г) увеличить температуру – сместится в сторону **Б** (влево).

5. Четыре меньшие внутренние планеты — Меркурий, Венера, Земля и Марс (также называемые планетами земной группы) – состоят в основном из силикатов и металлов. Четыре внешние планеты – Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун (также называемые газовыми гигантами) – намного более массивны, чем планеты земной группы. Крупнейшие планеты Солнечной системы, Юпитер и Сатурн, состоят главным образом из водорода и гелия; внешние, меньшие Уран и Нептун, помимо водорода и гелия, содержат в составе своих атмосфер метан и угарный газ.

Система оценивания:

1. Определение серы 1 б, верные соединения по 0,5 б

$$1 \text{ б} + 0,5 \text{ б} * 10 = 6 \text{ б};$$

2. Формулы соединений по 0,5 б

$$0,5 \text{ б} * 9 = 4,5 \text{ б};$$

3. Названия соединений по 0,5 б

$$0,5 \text{ б} * 9 = 4,5 \text{ б};$$

Уравнения реакций по 1 б

$$1 \text{ б} * 11 = 11 \text{ б};$$

4. Правильное указание о смещении равновесия по 0,5 б

$$0,5 \text{ б} * 4 = 2 \text{ б};$$

5. Названия планет по 0,5 б

$$0,5 \text{ б} * 8 = 4 \text{ б};$$

Всего 32 балла

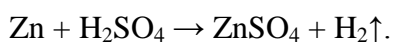
Задача 3. (авторы В.А. Воробьев, В.А. Емельянов).

1. Монет собрано на общую сумму 13084,59 долларов, умножив это число на 100, получим общее количество монет: $13084,59 \cdot 100 = 1308459$ штук.

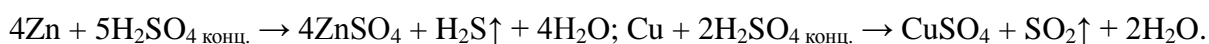
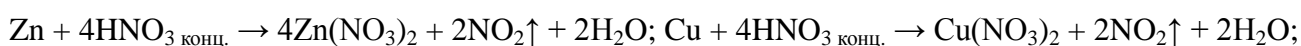
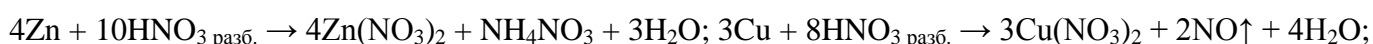
2. Рассчитаем, сколько монет Ноулес собирал в год: $1308459/40 = 32711 \approx 32,7$ тыс. монет. До 1982 года каждый год он набирал $32,7 \cdot 3,08 = 100,7$ кг монет. После 1982 года – $32,7 \cdot 2,50 = 81,75$ кг. Суммарная масса: $100,7 \cdot (1982-1967) + 81,75 \cdot (2007-1982) \approx 3560$ кг = 3,56 т. Можно посчитать и другим способом: До 1982 года в течение 15 лет Ноулес собирал центры по 3,08 г, а затем, в течение 25 лет – по 2,50 г. Средняя масса одной монетки: $3,08 \cdot 15/40 + 2,50 \cdot 25/40 = 2,72$ г. Можно считать, что он собирал монетки весом только 2,72 г в течение 40 лет. Общая масса монет: $2,72 \cdot 1308459/1000000 \approx 3,56$ т.

3. Профиль Линкольна покрывается пузырьками водорода по реакции: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$. В результате цинк, находившийся внутри монеты, растворяется, а медное покрытие остается.

Чтобы растворять только цинк, подойдет лишь разбавленная серная кислота:



А вот, заменив соляную кислоту азотной или концентрированной серной, мы также будем растворять ещё и медь:



4. В условии сказано, что монета нового образца состоит из цинка, покрытого медью, суммарным весом 2,50 г. Если весь цинк растворить, то останется только медь, что и произошло в соляной кислоте. Масса оставшейся меди – 0,06 г. Значит, столько же содержалось изначально на монете, так как в таких условиях медь не переходит в раствор. Следовательно, массовая доля меди равна $0,06/2,50 = 0,024$ или 2,4 %, массовая доля цинка $1 - 0,024 = 0,976$ или 97,6 % из этих данных. (На самом деле содержание меди в настоящей монете 2,5 %, но отклонение незначительно, и его вполне можно списать на ошибку взвешивания).

Монета нового образца не отличается размерами от старого, а это значит, что объем у них одинаковый. Объем новой монеты получим сложением объемов меди и цинка:

$$V = 0,06/8,95 + (2,5-0,06)/7,14 = 0,348 \text{ см}^3.$$

Пусть x - объем меди в составе старой монеты, тогда $(0,348-x)$ - объем цинка. Составим уравнение:

$$8,95x + 7,14(0,348-x) = 3,08, \text{ откуда } x = 0,329.$$

Масса меди в составе старой монеты $8,95 \cdot 0,329 = 2,94$ г, масса цинка $7,14 \cdot (0,348-0,329) = 0,14$ г. Массовая доля меди $2,94/3,08 = 0,955$ или 95,5 %, массовая доля цинка $1 - 0,955 = 0,045$ или 4,5 %.

Можно провести оценку и по-другому. Найдем среднюю плотность монеты нового образца:

$\rho_{\text{нов}} = 7,14 \cdot 0,976 + 8,95 \cdot 0,024 = 7,18 \text{ г/см}^3$. Плотность монеты старого образца легко находится из соотношения масс монет: $\rho_{\text{стар}} = 3,09 \cdot 7,18/2,50 = 8,87 \text{ г/см}^3$. Массовую долю цинка, x , находим из следующего уравнения: $8,95 \cdot (1-x) + 7,14 \cdot x = 8,87$; $x = 0,044$. Процентное содержание цинка 4,4 %, меди – 95,6 %.

*На самом деле, процент цинка в составе старой монеты чуть больше – 5 %. Отклонение на сей раз вызвано тем, что объем сплава на самом деле оказывается несколько меньше, чем сумма объемов входящих в него металлов.

5. Рассчитаем количество хлороводорода, содержащегося в 100 г соляной кислоты:

$v_{\text{HCl}} = 100 \cdot 0,1/36,5 = 274$ ммоль. Количество цинка $v_{\text{Zn}} = (2,50 - 0,06)/65,4 = 37,3$ ммоль, т. е. хлороводород взят в большом избытке. Рассчитаем объем раствора, который в ходе реакции практически не изменится: $100/1,048 = 95,4$ мл.

Итак, в растворе содержатся хлороводород (соляная кислота засчитывается) и хлорид цинка. Вычислим их концентрации: Оставшееся количество хлороводорода: $274 - 37,3 \cdot 2 = 199$ ммоль. Концентрация хлороводорода: $0,199/0,0954 = 2,09$ моль/л, концентрация хлорида цинка: $0,0373/0,0954 = 0,391$ моль/л.

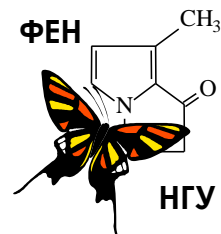
6. При упаривании солянокислого раствора будет выделяться кристаллогидрат $ZnCl_2$. Его количество совпадает с количеством цинка (37,3 ммоль), а масса составляет 7,77 г. Следовательно, его молярная масса $7,77/0,0373 = 208,3$ г/моль. За вычетом массы $ZnCl_2$ ($65,4+71 = 136,4$) остается $208,3-136,4 = 71,9$ г/моль, что соответствует $71,9/18 = 3,99 \approx 4$ молекулам кристаллизационной воды.

Система оценивания:

1. Общее количество монет 1 б	1 б;
2. Общая масса монет 2 б	2 б;
3. Водород 1 б, на разб. серную можно, остальные - нельзя 1 б	
уравнения реакций по 1 б	$1 \text{ б} + 1 \text{ б} + 1 \text{ б} \cdot 8 = 10 \text{ б};$
4. Массовые доли меди и цинка в новой монете по 1 б, в старой по 2 б	$1 \text{ б} \cdot 2 + 2 \text{ б} \cdot 2 = 6 \text{ б};$
5. Названия веществ по 1 б, концентрации по 2 б	$1 \text{ б} \cdot 2 + 2 \text{ б} \cdot 2 = 6 \text{ б};$
6. Расчет количества кристаллизационной воды 2 б	2 б;
Всего	27 баллов



55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Первый отборочный этап 2016-2017 уч. года
Решения заданий по химии
8 класс



Задача 1. (автор В. А. Емельянов).

1. Ломоносов Михаил (Михайло) Васильевич. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.
2. Закон сохранения массы веществ и закон сохранения энергии (количества движения). М.В. Ломоносов открыл закон сохранения массы.
3. Закон сохранения массы веществ: «Общая масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна общей массе продуктов реакции». При ядерных реакциях закон сохранения массы следует применять в несколько иной формулировке: «Сумма массы вещества системы и массы, эквивалентной энергии, полученной или отданной той же системой, постоянна» (от школьника такой ответ не требуется). Закон сохранения энергии: «В изолированной системе энергия системы остается постоянной, возможны лишь переходы одного вида энергии в другой».
4. У Ломоносова «пропущения внешнего воздуха». Ответ «вскрытия реторты» и подобный ему засчитывается как правильный. У Р. Бойля получился привес именно потому, что, вскрыв реторту, он впустил в нее дополнительное количество воздуха взамен израсходованного кислорода.
5. Окалины – продукты прокаливания металлов на воздухе, т.е. продукты взаимодействия металлов с кислородом. Следовательно, они относятся к классу оксидов. Рассчитаем составы веществ **А** и **Б**. В 100 г **А** содержится 92,8 г или $92,8/207,2$ молей атомов элемента свинца и $100-92,8 = 7,2$ г или $7,2/16$ молей атомов элемента кислорода. Отношение количества атомов Pb : O составляет $92,8/207,2 : 7,2/16 = 0,448:0,45 = 1:1,0 = 1:1$. Таким образом, формула **А** – PbO.
Аналогично для **Б** получаем Pb : O = $90,7/207,2 : 9,3/16 = 0,438:0,581 = 1:1,33 = 3:4$. То есть, формула **Б** – Pb₃O₄.
Уравнения реакций: $2Pb + O_2 = 2PbO$; $3Pb + 2O_2 = Pb_3O_4$.

Система оценивания:

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. Фамилия, имя, отчество, название (МГУ) по 1 б | 1 б * 4 = 4 б; |
| 2. Названия законов, указание на з-н сохр-я массы по 1 б | 1 б * 3 = 3 б; |
| 3. Формулировки законов, верно передающие их смысл по 2 б | 2 б * 2 = 4 б; |
| 4. Слово «воздух» в цитате 1 б, Бойль «впустил воздух» 1 б | 1 б * 2 = 2 б; |
| 5. Оксиды 1 б, формулы по 2 б, уравнения по 1 б | 1 б + 2 б * 2 + 1 б * 2 = 7 б; |
| Всего | 20 баллов |

Задача 2. (авторы Д.В. Марковская, В. А. Емельянов).

1. Элемент, образующий желтое горючее простое вещество, при сгорании которого образуется газ с резким запахом – это сера, которую алхимики считали отцом всех металлов. К тому же выводу приходим из необходимости доокисления до высшего оксида в присутствии оксида ванадия, а также из информации об образовании водородного соединения с отвратительным запахом тухлых яиц, проявляющего кислотные свойства.

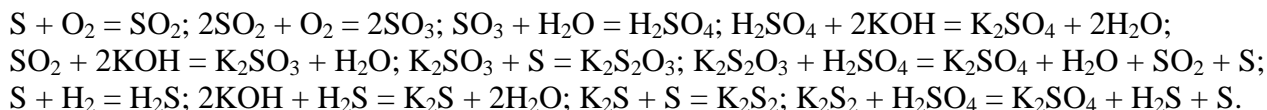
Известные соединения перечисленных металлов с серой:

Cu₂S, CuS, FeS, FeS₂, Ag₂S, Au₂S, SnS, SnS₂, PbS, HgS.

2. Формулы соединений **Б-К**:

Б – SO₂, **В** – SO₃, **Г** – H₂SO₄, **Д** – K₂SO₄, **Е** – K₂SO₃, **Ж** – K₂S₂O₃, **З** – H₂S, **И** – K₂S, **К** – K₂S₂.

3. Уравнения реакций, представленных на схеме:



4. Четыре меньшие внутренние планеты — Меркурий, Венера, Земля и Марс (также называемые планетами земной группы) — состоят в основном из силикатов и металлов. Четыре внешние планеты — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун (также называемые газовыми гигантами) — намного более массивны, чем планеты земной группы. Крупнейшие планеты Солнечной системы, Юпитер и Сатурн, состоят главным образом из водорода и гелия; внешние, меньшие Уран и Нептун, помимо водорода и гелия, содержат в составе своих атмосфер метан и угарный газ.

Система оценивания:

1. Определение серы 1 б, верные соединения по 0,5 б	$1 \text{ б} + 0,5 \text{ б} * 10 = 6 \text{ б};$
2. Формулы соединений по 1 б	$1 \text{ б} * 9 = 9 \text{ б};$
3. Уравнения реакций по 1 б	$1 \text{ б} * 11 = 11 \text{ б};$
4. Названия планет по 0,5 б	$0,5 \text{ б} * 8 = 4 \text{ б};$
Всего	30 баллов

Задача 3. (автор В.А. Емельянов).

1-3. а) эн-о: NO, $M_r = 14+16 = 30$ а.е.м., $\omega O = 16/30 = 0,53$ или 53 %;

б) эн-аш-четыре-дважды-эс: $(NH_4)_2S$; в) цэ-аш-четыре: CH_4 ;

г) аргентум-два-эс-о-четыре: Ag_2SO_4 , $M_r = 2*108+32+4*16 = 312$ а.е.м., $\omega O = 4*16/312 = 0,21$ или 21 %;

д) плюмбум-хлор-два: $PbCl_2$;

е) калий-два-силициум-о-три: K_2SiO_3 , $M_r = 2*39+28+3*16 = 154$ а.е.м., $\omega O = 3*16/154 = 0,31$ или 31 %;

ж) купрум-эн-о-три-дважды: $Cu(NO_3)_2$, $M_r = 64+2*(14+3*16) = 188$ а.е.м., $\omega O = 2*3*16/188 = 0,51$ или 51 %;

з) феррум-цэ-о-три: $FeCO_3$; и) гидраргирум-иод-два: HgI_2 ;

к) кальций-три-пэ-о-четыре-дважды $Ca_3(PO_4)_2$, $M_r = 3*40+2*(31+4*16) = 310$ а.е.м., $\omega O = 2*4*16/310 = 0,41$ или 41 %.

4. Названия перечисленных соединений:

а) NO – оксид азота(II), монооксид азота, окись азота;

б) $(NH_4)_2S$ – сульфид аммония, сернистый аммоний; в) CH_4 - метан;

г) Ag_2SO_4 – сульфат серебра, сернокислое серебро; д) $PbCl_2$ – хлорид свинца, хлористый свинец;

е) K_2SiO_3 – силикат калия, кремниевокислый калий; ж) $Cu(NO_3)_2$ – нитрат меди, азотнокислая медь;

з) $FeCO_3$ – карбонат железа(II), углекислое железо закисное; и) HgI_2 – иодид ртути(II), иодная ртуть;

к) $Ca_3(PO_4)_2$ – ортофосфат кальция, фосфат кальция, (орто)фосфорнокислый кальций.

Система оценивания:

1. Формулы веществ по произношению по 1 б	$1 \text{ б} * 10 = 10 \text{ б};$
2. Молекулярные массы веществ б), д), е), з), к) по 1 б	$1 \text{ б} * 5 = 5 \text{ б};$
3. Массовые доли кислорода в веществах б), д), е), з), к) по 1 б	$1 \text{ б} * 5 = 5 \text{ б};$
4. Одно любое верное название для вещества по 1 б	$1 \text{ б} * 10 = 10 \text{ б};$
Всего	30 баллов