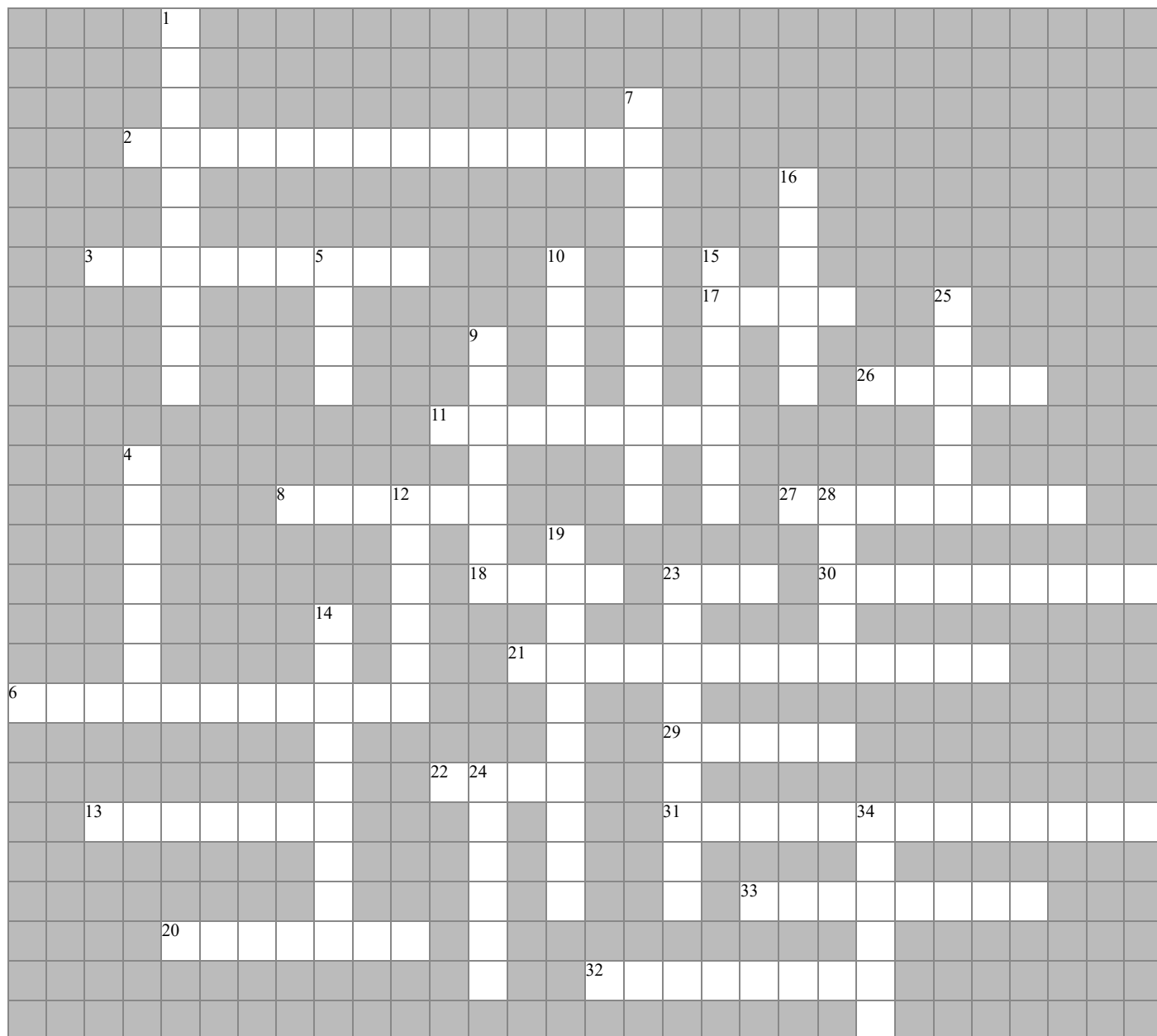


Задание 1. «Химический кроссворд»



Вам предлагается разгадать кроссворд, слова в котором загаданы на различные химические темы, которые можно разделить на группы *а) – г)*.

а) физические и химические процессы:

2. Процесс, в котором у атома химического элемента понижается степень окисления. 15. Процесс разложения органических соединений под действием различных микроорганизмов, как правило с образованием токсичных, дурнопахнущих продуктов. 19. Процесс, осуществляемый растениями и некоторыми бактериями, в котором энергия фотонов света преобразуется в энергию химических связей. 23. Процесс, обратный конденсации. 27. Разрушение металлов в результате взаимодействия с окружающей средой. 30. Процесс, который всегда идет параллельно процессу 2. 31. Название типа реакции взаимодействия 4 и 16. 32. Переход вещества из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое.

б) Названия веществ с однозначной формулой (напр., вода – H_2O):

5. Желтая, но горит синим пламенем. Упоминается в одной из песен группы *Slipknot*, которая называется *Sulfur*. 7. Является гордым обладателем запаха тухлых яиц. 8. Имеет ту же, формулу, что и алмаз. Является основой карандашных грифелей. 12. Белый воздуха боится, покраснел чтоб сохраниться. 17. Он утверждает, что он – это не он. 22. Газообразное простое вещество, сильный окислитель, но не фтор. 23. Простое вещество, которое есть практически в любой домашней аптечке. 24. Не вода, а блесит, не огонь, а греет, и не камень, а лежит. Над ним один из персонажей детских сказок любил чахнуть. 25. Основа стали. При рати оно дороже золота. 28. Металл зимой не прочен – чума здоровье точит. Ахиллесова пята Наполеоновских пуговиц. 29. В холод прячется в нору, поднимается в жару. 33. Легкий металл, использующийся для строительства самолетов в составе сплава с другими металлами. Самый распространенный металл в земной коре. 34. Водный раствор этого вещества называется нашатырный спирт и часто присутствует в домашней аптечке.

в) Названия классов или особых групп веществ (напр., оксид, соль, металл и т.д.):

4. Диссоциирует с образованием протонов и анионов кислотного остатка. 6. Вещество, ускоряющее химическую реакцию, но само при этом не расходуется. 9. Общее название для солей азотной кислоты, которые используются в сельском хозяйстве и пиротехнике. 10. Вещество, состоящее из аминокислот, которое должно быть в рационе питания человека помимо углеводов и жиров, а для спортсменов – не менее 2 г/кг веса! 13. Горная порода, образующаяся естественным путем при геологических процессах. 16. Хорошо растворимое в воде сильное основание, почти всегда представляющее из себя гидроксид щелочного или щелочноземельного металла. 20. Фтор, хлор, бром и йод называют *им*, а вот кислород или магний *им* не являются. 21. По способности проводить ток находится между проводником и диэлектриком.

г) Прочее (напр., масса, пробырка, синтез и т.д.):

1. Способность химического элемента существовать в виде нескольких простых веществ. 3. Мы её легко найдем, разделив массу на объем. 11. Элементарная частица с отрицательным электрическим зарядом. 14. Профессия, связанная с добычей и переработкой металлов. Особенно уважаема в таких городах как Магнитогорск. 18. Система, состоящая из нейтронов, протонов и электронов, причем число двух последних совпадает. 26. Стекланный сосуд с круглым или плоским дном, является самой распространённой химической посудой наравне с химическим стаканом и пробиркой.

1. Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы перепишите на лист с Вашими решениями в формате «группа – номер – слово», например а) – 1 – горение. Обратите внимание, что в числе 23 зашифрованы два слова, одно из которых записывается по вертикали, а другое – по горизонтали.

2. Какие слова из категории а) относятся к физическим явлениям?

3. Для веществ из категории б) приведите их химические формулы.

4. Для веществ из категории в) приведите (кроме 10.) по одной любой химической формуле, подходящей под соответствующий класс веществ. Например: 10. – $C_{169719}H_{270466}N_{45688}O_{52238}S_{911}$.

Задание 2. «Музыкальная химия»

*«Разум человеческий владеет тремя ключами,
открывающими всё: цифрой, буквой, нотой.
Знать, думать, мечтать. Всё в этом.»*

Виктор Мари Гюго, французский писатель

Солнечный луч, игривый и неугомонный, скользил по парте, за которой сидели Коля и Петя – Юные Химики, чьи души рвались к гармонии, но не к той, что диктовал суровый учебник сольфеджио. Монотонные гаммы, как цепь, приковывали их к стульям, а за окном... о, а за окном бушевала весна! Ласточки, словно ноты на невидимом нотном стане, выписывали виражи в лазурном небе, а воздух дрожал от аромата цветущей сирени.

— Если бы музыка была хоть чуть похожа на химию, — вздохнул Петя, глядя, как пылинки танцуют в луче света, — мы бы превращали ноты в вещества, а аккорды в реакции...

— И сочиняли симфонии из реактивов! — подхватил Коля, уже мысленно смешивая звуки, как растворы в колбе.

И тут учительница, услышав их мечтательные разговоры, улыбнулась:

— Ну что ж... если вам так не терпится услышать, как химия поёт — ступайте в лабораторию. Но

чтобы к концу урока у меня были не только все реакции, но и сольфеджио анализ их звучания!

Коля и Петя знали, что ноты – как вещества, а аккорды (одновременное сочетание трёх и более музыкальных звуков) и интервалы (сочетание двух звуков) обозначают химическую реакцию между несколькими или двумя веществами соответственно. Ребята собрали в пробирке бесцветные газы «До» и «Ре», поднесли спичку — и раздался «До-Ре» резкий лающий звук! При этом на стенках пробирки образовались капельки жидкости «Ми».

1. Напишите формулы веществ «До», «Ре», «Ми» и уравнение реакции «До-Ре», если «Ре» тяжелее «До» в 16 раз, и при этом является одним из основных компонентов земной атмосферы. Почему звук был именно таким, а не характерным «Па!» для этой реакции, проводимой в пробирке?

Проведя целый день за мозговым штурмом, у ребят получилось написать целую композицию:

«Ми-Фа» → «Соль» + «До»	«Соль-Ля» → «Ми» + «?»	«Ре-Фа» → «?»	«Фа-Си» → «?» + «До»	«Соль-Си» → «?» + «Ми»
«До-Фа» → «?»	«Соль-Ля» → «?»	«Ре-Фа» → «?»	«Фа-Си» → «?» + H ₂ S + «Ми»	«До-Ля» → СО + «Ми»

Значок «?» обозначает продукт реакции, который не входит в состав наших семи нот, при этом в таблице все продукты указаны. Два варианта «Ре-Фа» возможны при проведении реакции при разных температурах, при этом в одном случае образуется оксид двухвалентного металла с массовым содержанием кислорода 10,46%, а в другом случае вещество белого цвета с массовым содержанием кислорода 18,93%. Два варианта «Соль-Ля» возможны при проведении реакции в избытке или недостатке газа «Ля», при этом в случае недостатка газа выделяется белый осадок, который растворяется при дальнейшем пропускании газа «Ля» через раствор с осадком. Наконец, два варианта «Фа-Си» возможны при использовании разбавленной или концентрированной кислоты «Си». Массовое содержание самых тяжелых атомов в «Ми» в 1,222 раза больше, чем в «Ля».

2. Напишите 10 уравнений химических реакций из таблицы и формулы веществ «Фа» – «Си», учитывая, что «Фа» представляет собой щелочноземельный металл из 6 периода ПСХЭ.

Образец осадка, который образуется в реакции «Соль-Ля», массой 1,0000 г, поместили в избыток разбавленной кислоты «Си», при этом образовался белый осадок, который оставили стареть в течение 1 суток. Затем этот осадок отфильтровали и прокалили при 850 °С для удаления влаги. Масса сухого вещества после прокаливания составила 1,1179 г.

3. Точно (до двух знаков после запятой) рассчитайте молярную массу металла, входящего в состав исследуемого осадка, и укажите (в виде ${}^A_Z\text{Э}$) его изотоп. Учтите, что этот изотоп радиоактивен ($\tau_{1/2} = 12,752$ сут.) и претерпевает β^- – распад (нейтрон в ядре атома распадается на протон, который остается в ядре, и электрон, который покидает ядро). При этом продукты распада растворимы в воде. Для расчётов используйте точные молярные массы элементов: $M(\text{O}) = 15,9994$ г/моль; $M(\text{C}) = 12,011$ г/моль; $M(\text{S}) = 32,065$ г/моль.

Примечание: массовое содержание элемента X в соединении определяется как $\omega(X) = \frac{n \cdot M(X)}{M(\text{соединения})}$, где n – число атомов элемента X в формульной единице соединения с молярной массой $M(\text{соединения})$.

Закон радиоактивного распада: $m = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{\tau_{1/2}}}$, где m – текущая масса радиоактивных атомов, m_0 – их начальная масса, t – время, $\tau_{1/2}$ – период полураспада.

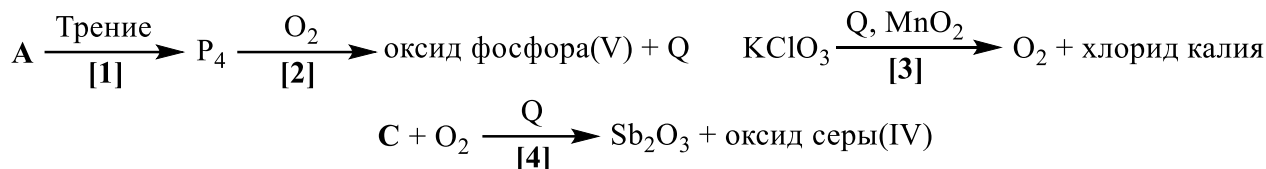
Задание 3. «Рождение искры»

С древнейших времен люди находили самые разнообразные способы добычи огня. В начале XIX века широкое распространение получили <...> спички, однако их использование было сопряжено с опасностью: они легко самовоспламенялись, а белый фосфор (P₄), входивший в их состав, вызывал тяжелые отравления у рабочих. В середине XIX века в Швеции спички сделали безопасными: белый фосфор был заменен на красное простое вещество А, масса 4 моль которого равна массе 1 моль белого фосфора. Коробок для спичек также подвергся модификации: одну его сторону изменили, а также стали пропитывать этим веществом (А).

1. Назовите вещество А. Заполните пропуск, обозначенный <...>, учтя, что в нём содержится название элемента, зарядовое число которого на 1 больше, чем у элемента, входящего в состав вещества А.

Какую модификацию произвели с коробком и почему раньше эта модификация не требовалась?

Со временем вещество **A** стали использовать только для пропитки коробка. Процесс горения современных спичек можно представить следующим образом: при трении о коробок вещество **A** нагревается и превращается [1] в белый фосфор, который затем загорается на воздухе [2] с образованием оксида фосфора(V). Это пламя (+Q) зажигает головку спички, в состав которой входят бертолетова соль **B**, антимонит **C** и диоксид марганца. Последний является катализатором для разложения **B** [3], при котором выделяется кислород, вступающий в реакцию с **C** [4]. Бертолетову соль в промышленности получают реакцией обмена [5] между хлоридом калия и хлоратом натрия. Антимонит встречается в природе в виде сульфидного минерала с массовым содержанием сурьмы в 71,76%. Таким образом, можно изобразить схему протекающих процессов при зажигании спички:



2. Напишите формулы веществ **B**, **C** и уравнения реакций [1] – [5]. Какие роли (с точки зрения процесса горения) в составе спичечных головок выполняют **B** и **C**?

3. Сколько грамм белого фосфора должно сгореть для нагревания 0,010 г бертолетовой соли от 20 °С до её температуры разложения в присутствии диоксида марганца (около 200 °С)? Средняя теплоемкость **C(B)** (количество теплоты, необходимо для нагрева 1 г тела на 1 градус Цельсия) бертолетовой соли составляет 0,919 Дж/(г·°С). При сгорании 1 моль белого фосфора выделяется 3040 кДж теплоты.

Поиски более удобного источника огня привели к созданию первой полноценной зажигалки – Огнива Дёберейнера, изобретенного в 1823 г и производившегося до 1880 года. По своей сути это огниво представляло из себя мини-аппарат Киппа, в котором находился цинк, вступающий в реакцию [6] с серной кислотой, в результате чего выделялся водород. При открытии выпускного клапана струя водорода устремлялась наружу, где она, направленная на губчатую платину, воспламеняется [7] на воздухе. Губчатая платина играет роль катализатора, благодаря чему водород и кислород воздуха могут взаимодействовать уже при комнатной температуре. Горение прекращается перекрытием выпускного клапана. При этом давление водорода в сосуде возрастает, оттесняя кислоту от цинка, в результате чего образование водорода прекращается.

4. Напишите уравнения реакций [6] и [7]. Рассчитайте ресурс (теплота, кДж) такого водородного огнива, если полностью заполненный аппарат содержит 50 г цинка и избыток кислоты. Теплота сгорания 1 г водорода составляет 120,9 кДж.

Поиск ещё более удобного источника огня привёл к созданию зажигалок, принцип работы которых основан на механическом получении искры для воспламенения паров топлива – обычно сжиженного углеводородного газа. Прорывным в технологии зажигалок стало открытие Карла Ауэра фон Вельсбаха, который в 1903 году разработал пирофорный сплав, состоящий в основном из церия (Ce) и железа, и назвал его *мишметаллом*. Мельчайшие частицы этого сплава, соскабливаемые стальным колесиком, мгновенно окисляются на воздухе, давая сноп искр.

5. Как иначе называют *мишметалл*, учитывая состав сплава? Попробуйте написать уравнения реакций сгорания церия [8] и железа [9] на воздухе, если в результате этих процессов образуются оксиды CeO_x и Fe_3O_y , при этом массовое содержание кислорода в оксиде церия меньше на 32,58%, чем в оксиде железа, а массовое содержание металлов в этих оксидах отличается в 1,124 раза.

6. Рассчитайте теплоту сгорания 1,0 г *мишметалла*, состоящего из 15 масс. % железа и 85 масс. % церия, если теплоты образования из простых веществ 1 моль каждого из оксидов CeO_x и Fe_3O_y равны 1088,8 и 1120 кДж/моль соответственно. Считайте, что *мишметалл* представляет собой механическую смесь двух металлов.

7. Рассчитайте массу сгораемой стружки, высекаемой из *мишметалла*, требуемой для нагрева газообразной смеси, состоящей из бутана (топливо в зажигалках, C_4H_{10}) и воздуха от 20 °С до температуры воспламенения в 420°С. Средняя молярная теплоемкость описанной смеси бутана с воздухом равна 41,3 Дж/(моль·°С). Объем камеры сгорания зажигалки составляет 0,1 мл. При 20 °С и атмосферном давлении (1 атм) объем 1 моля газа равен 24,04 л.