**Задача 1. «Гроза».**

*«Люблю грозу в начале мая,  
Когда весенний, первый гром,  
Как бы резвяся и играя,  
Грохочет в небе голубом».*  
Ф.И. Тютчев. «Весенняя гроза».

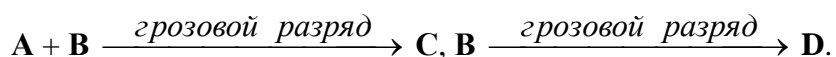


Облака — известный лирический образ, используемый многими поэтами в своих произведениях. Люди часто обращаются к этому образу, если требуется описать нечто высокое или недостижимое. Обычно облака ассоциируются с покоем, мягкостью и безмятежностью. Однако существуют так называемые кучево-дождевые облака или тучи, которые с покоем и безмятежностью точно не ассоциируются. Именно благодаря таким облакам возникают дожди и грозы. Каждое облако состоит из взвеси огромного количества водяных микрокапель со средним **диаметром** всего 5 мкм. В среднем в одном кубометре кучево-дождевого облака содержится  $10^{11}$  таких микрокапель.

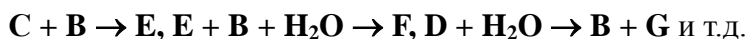
1. Рассчитайте количество молекул воды, содержащееся в одной микрокапле облака.
2. Вычислите массу воды, сосредоточенную в небольшом кучево-дождевом облаке высотой 4 км, длиной 25 км и шириной 10 км (для простоты облако будем считать параллелепипедом). Оцените среднюю толщину слоя воды, которым наше облако может покрыть земную поверхность, если оно полностью прольется на накрываемую им площадь.
3. Известно, что во время одной грозы выделяется около  $10^8$  кВт·ч энергии. Сколько железнодорожных вагонов антрацита можно сэкономить на каждой грозе, если научиться использовать энергию грозовых разрядов в бытовых целях? Теплота полного сгорания углерода составляет 393,5 кДж/моль, один вагон вмещает в себя 60 тонн антрацита, в антраците содержится 96 % углерода.

Для справки: объем шара  $V = 4/3\pi r^3$ ;  $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3600 \text{ кДж}$ ;  $1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$ ; плотность воды 1 г/мл.

При грозовом разряде в атмосфере протекают две химические реакции с участием основных компонентов воздуха — простых веществ **A** и **B**:



Образующиеся вещества **C** и **D** могут участвовать в дальнейших превращениях:



4. Установите формулы и названия веществ **A-G** и напишите уравнения описанных реакций.
5. Вещества **D** и **F** крайне реакционноспособны. Уже при комнатной температуре **D** легко реагирует с водными растворами иодида калия и нитрата марганца и даже такими стойкими веществами, как серебро и сульфид свинца. Концентрированный раствор вещества **F**, между тем, легко растворяет большинство простых веществ, например, медь, фосфор, иод. Напишите уравнения этих реакций.

**Задача 2. «Хемофутбол».** *«Футбол — это такая игра ногами с мячом, в которую играют две команды по 11 человек, а выигрывают все время немцы».*

Гари Линекер, великий английский футболист конца XX века.

Лето 2014 года запомнилось многим футбольным болельщикам (да и членам их семей тоже...) горячими баталиями чемпионата мира, проходившего в Бразилии. Вам предлагается прокомментировать один из самых ярких матчей этого чемпионата — игру между сборными Германии и Ганы (ворота сборной Германии слева).



### Инструкция комментатору.

Матч состоит из двух таймов. Каждый из них начинают с одной из букв вокруг центра поля. Читая определения, разгадывайте слова, находите их на футбольном поле и зачеркивайте. Последняя буква предыдущего слова служит первой для следующего. Таким образом мяч будет перемещаться по полю, удар за ударом, по вертикали, горизонтали или диагонали. Главное условие: слова не должны «ломаться», т.е. менять свое направление. Гол засчитывается тогда, когда мяч оказывается непосредственно в воротах. После каждого забитого гола мяч возвращается в центр поля.

#### Первый тайм:

1. Элемент VII группы ПС, соединение которого можно найти практически в каждой аптечке. Растворяясь в воде, этот практически черный порошок образует малиновый раствор.
2. Этот металл чаще всего используют для получения водорода в лаборатории.
3. Устаревшее название соли серной кислоты.
4. Тончайший черный порошок, состоящий из практически чистого углерода. Образуется при неполном сгорании угля и газа.
5. Это тоже практически чистый углерод, правда, стоит он несравнимо дороже, чем материал из предыдущего пункта.
6. А это уже почти совсем бесполезный остаток от сгорания угля, дров и прочих горючих материалов.
7. Один из двух электродов.
8. То, что мы с Вами сможем увидеть, если случайно капнем на одежду крепкой серной кислотой.
9. Отрицательно заряженная частица, состоящая из одного или нескольких атомов.
10. Уникальный инструмент, позволяющий химику легко обнаруживать такие газы, как сероводород, сернистый газ, двуокись азота, хлор и т.п. Его огромным преимуществом перед другими инструментами является то, что он всегда «под рукой».
11. Горючее простое вещество желтого цвета.
12. Основной компонент земной атмосферы.
13. Основу этого материала составляет карбонат кальция.
14. Одно из агрегатных состояний воды.
15. В этой части пробирки обычно располагается осадок.
16. Один из способов очистки веществ, заключающийся в удалении легкокипящего компонента при повышенной температуре или пониженном давлении.
17. Элемент VII группы, не имеющий стабильных изотопов.
18. Очень тугоплавкий и очень редкий металл. Из-за трудностей выделения в чистом виде получил свое название от имени героя древнегреческой мифологии, муки которого стали известным фразеологизмом.
19. Один из наиболее распространенных редкоземельных элементов, давший название целому их семейству.
20. Уменьшительное название одного из семейств аквариумных рыбок. Свое имя эти рыбки, отличающиеся яркой голубой полосой вдоль боковой линии, получили в честь одного из благородных газов.

#### Второй тайм:

21. Месяц, в котором традиционно проводится заключительный этап Всесибирской олимпиады школьников по химии.
22. Элемент VI группы ПС.
23. Один из инертных газов.
24. Латинское

название одного из элементов V группы ПС. 25. Многокомпонентная полидисперсная система, являющаяся продуктом физиологической секреции некоторых желез сельскохозяйственных животных. Содержит около 50 химических элементов, наиболее важным из которых является кальций. 26. Раствор серного ангидрида в серной кислоте. 27. Тугоплавкий металл VI группы, имеющий крайне низкий коэффициент теплового расширения. 28. Один из благородных газов, засветившийся благодаря яркой рекламе. 29. Анион ниобиевой кислоты ( $\text{NbO}_3^-$ ). 30. Направленное движение жидкости или газа (или заряженных частиц, что может оказаться Вам более знакомо). 31. Щелочноземельный металл, соединения которого отвечают за прочность Ваших зубов и костей. 32. Мельчайшая частица вещества, являющаяся носителем его химических свойств. 33. Соединение азота с водородом, отвечающее за резкий запах нашатырного спирта. 34. Еще один из двух электродов. 35. Раствор смолы (натуральной или синтетической) в растворителе, после высыхания образующий прочную блестящую пленку. 36. Нелетучий углеродистый остаток, получаемый посредством сильного нагревания каменного угля без доступа воздуха. 37. Боевое отравляющее вещество «фосген» имеет запах этого продукта питания сельскохозяйственных животных в прелом состоянии. 38. Минерал, поделочный камень, являющийся волокнистой разновидностью кварца. Имеет плоскопараллельные окрашенные слои за счет незначительного количества примесей. 39. То, чем занимался Д.И. Менделеев, когда придумал окончательный вариант Периодической системы, близкий к современному. 40. В этой части комнаты будет собираться углекислый газ, если его выпустить из баллона и ограничить перемешивание. 41. Набор реактивов, хранящийся на складе с целью использования в отдаленном будущем. Так же называется группа футболистов, готовящаяся выйти на поле не с самого начала матча.

### Задания комментатору:

1. Передвижения мяча, которые Вам удалось прокомментировать, перепишите на лист с Вашими решениями в формате «номер – слово».
2. После ударов, в результате которых мяч оказался в воротах, обязательно напишите слово «ГОЛ!!!» - каждый правильно указанный гол будет оцениваться отдельно.
3. А теперь ответьте на самый сложный вопрос задачи: с каким счетом закончился матч «Германия – Гана» на чемпионате мира по футболу – 2014? Если Вы вдруг просто вспомните результат реального матча, то можете считать этот вопрос приятным бонусом за хорошую память.

### Задача 3. «Каучуки».

Каучуки – важный класс материалов полимерного строения, из которых путем специальной обработки (вулканизации) получают резину. Они характеризуются эластичностью, водонепроницаемостью и электроизоляционными свойствами. Различают натуральные (природные) и синтетические каучуки. Природный каучук получают из млечного сока каучуконосных растений. Мономером природного каучука является углеводород **X**, плотность паров которого по воздуху не превышает 2,5. При сжигании навески **X** в избытке кислорода образуется 11,2 л углекислого газа и 7,2 мл воды, измеренных при н.у.



1. Определите молекулярную формулу соединения **X**. Приведите все необходимые расчеты.

При полном каталитическом гидрировании углеводорода **X** образуется вещество, которое в результате хлорирования при облучении светом может образовать лишь четыре моноклорпроизводных (без учета оптических изомеров).

2. Приведите молекулярную формулу вещества, которое образуется при полном каталитическом гидрировании углеводорода **X**.
3. Изобразите все возможные структурные формулы вещества, которое образуется при полном каталитическом гидрировании углеводорода **X**.

4. Какое из веществ, приведенных Вами в пункте 3, способно образовать лишь четыре моноклорпроизводных (без учета оптических изомеров)? Отметьте его структурную формулу.

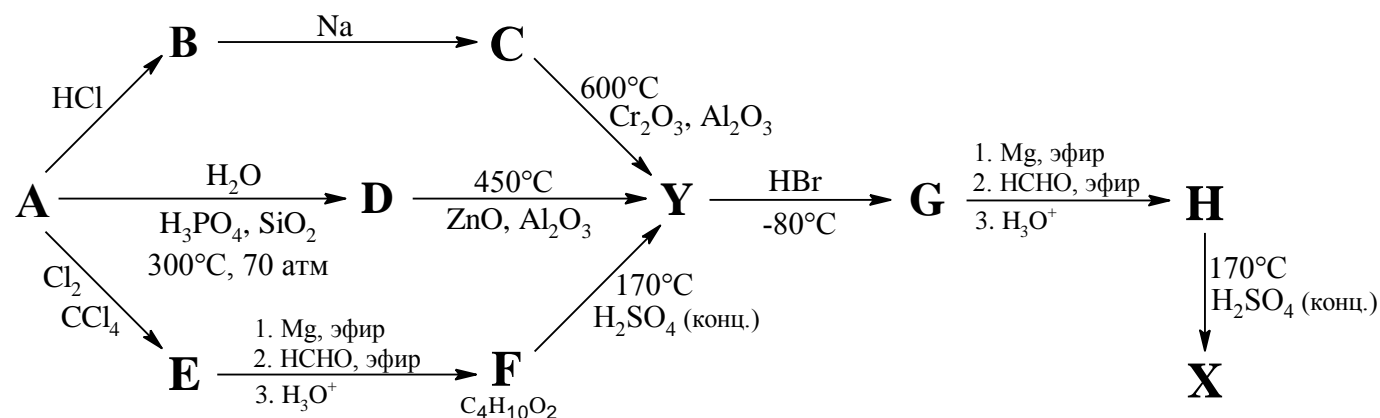
5. Теперь изобразите структурную формулу углеводорода X, если известно, что оно не содержит циклов и атомов углерода в *sp*-гибридизации. Назовите углеводород X по номенклатуре IUPAC. Какое тривиальное название имеет это соединение?

6. Рассчитайте тепловой эффект реакции полного каталитического гидрирования 15,68 л (при н.у.) газообразного углеводорода X. Стандартные теплоты образования вещества X и продукта гидрирования составляют:  $-75,73$  и  $+146,44$  кДж/моль, соответственно.

Молекула натурального каучука состоит из нескольких тысяч исходных химических групп (звеньев), соединенных друг с другом и находящихся в непрерывном колебательно-вращательном движении. Она не вытянута в линию, а многократно изогнута, как бы свернута в клубок, причем концы этой молекулы сближены.

7. Оцените число мономерных звеньев в молекуле натурального каучука, средняя молекулярная масса которой составляет 1 700 000 а.е.м.

В настоящее время налажен крупнотоннажный синтез каучука и его годовое мировое производство превышает 7 млн. т. Мономером первого синтетического каучука было соединение Y, которое можно получить из углеводорода A (этилена – продукта переработки нефти) по приведенной ниже схеме. На этой схеме также приведен возможный способ синтеза углеводорода X из Y.



8. Изобразите структурные формулы неизвестных соединений A – H, а также Y.

9. Какую массу каучука можно получить из 500 л 96 %-ного раствора вещества D ( $\rho_{\text{р-ра}} = 0,8$  г/см<sup>3</sup>), если выход реакции получения Y составляет 60 %, а выход реакции полимеризации вещества Y – 80 %?

#### Задача 4. «Номенклатура и уравнения реакций».

По названиям перечисленных соединений напишите их формулы, после чего составьте уравнения следующих реакций (в молекулярной и сокращенной ионной формах):

1. Дioxида марганца с иодоводородной кислотой;
2. Водного раствора бромата цинка с избытком водного раствора гидроксида цезия;
3. Водного раствора перхлората хрома(III) с водным раствором сульфита рубидия;
4. Водного раствора дигидрофосфата кальция с водным раствором гидроксида натрия;
5. Водного раствора хлорноватой кислоты с твердым карбонатом кальция;
6. Водного раствора сульфата железа(III) с водным раствором сульфида бария;
7. Водного раствора нитрата аммония с водным раствором силиката калия;
8. Водного раствора хлората железа(II) с соляной кислотой.