**Задача 1. (автор М.М. Быков).**

1. Радиус микрокапли $r = 0,5 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$. Её объем $V = 4/3\pi(2,5 \cdot 10^{-4})^3 = 6,542 \cdot 10^{-11} \text{ см}^3$, масса $m = \rho \cdot V = 1 \cdot 6,542 \cdot 10^{-11} = 6,542 \cdot 10^{-11} \text{ г}$.

Количество воды в ней составляет $\nu = m/M = 6,542 \cdot 10^{-11}/18 = 3,634 \cdot 10^{-12}$ моля, количество молекул в капле $N = N_A \cdot \nu = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,634 \cdot 10^{-12} = 2,188 \cdot 10^{12}$ штук.

2. Рассчитаем объем облака: $V = 4 \cdot 10 \cdot 25 = 1000 \text{ км}^3 = 10^{12} \text{ м}^3$. Тогда в одном облаке содержится $10^{12} \cdot 10^{11} = 10^{23}$ капель. Их общая масса составляет $10^{23} \cdot 6,542 \cdot 10^{-11} = 6,542 \cdot 10^{12} \text{ г} = 6,542 \cdot 10^6 \text{ тонн}$. Цифры выглядят пугающе большими, но давайте все же посчитаем толщину слоя.

Такая масса воды в конденсированном состоянии займет объем $6,542 \cdot 10^{12} \text{ см}^3$. Прольется она на площадь $10 \cdot 25 = 250 \text{ км}^2 = 250 \cdot 10^6 \text{ м}^2 = 250 \cdot 10^{10} \text{ см}^2 = 2,50 \cdot 10^{12} \text{ см}^2$. Средняя толщина слоя составит всего $6,542 \cdot 10^{12}/2,5 \cdot 10^{12} = 2,62 \text{ см}$ или 26,2 мм. То есть, так себе было облачко...

На самом деле количество выпавших осадков (оно измеряется именно толщиной слоя в мм) зависит от множества факторов и сильно увеличивается при движении от края грозы к ее эпицентру.

3. Энергия $10^8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ соответствует $3,6 \cdot 10^{11} \text{ кДж}$. Рассчитаем энергию, выделяющуюся при сгорании 1 кг антрацита. В 1 кг или 1000 г антрацита содержится $0,96 \cdot 1000 = 960 \text{ г}$ углерода. Его количество $\nu(\text{C}) = 960/12 = 80 \text{ моль}$. При его сгорании выделится $393,5 \cdot 80 = 31480 \text{ кДж}$ тепла. Тогда необходимое количество антрацита составит $3,6 \cdot 10^{11}/31480 = 1,1436 \cdot 10^7 \text{ кг} = 11436 \text{ тонн}$, которое уместится в $11436/60 = 190,6 \approx 191$ железнодорожный вагон. Уравнение реакции: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$.

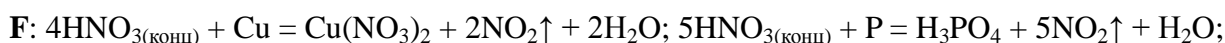
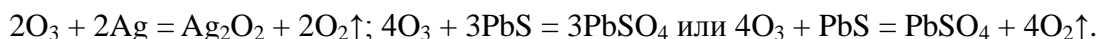
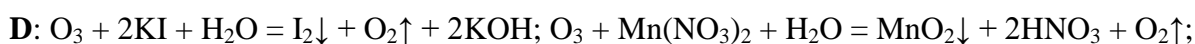
4. Простыми веществами, присутствующими в атмосфере в заметном количестве, являются азот и кислород. Две возможные реакции – взаимодействие азота и кислорода с образованием оксида азота(II) и образование озона из кислорода:



Уравнения вторичных реакций: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$; $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$; $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$.

Таким образом, **A** – N_2 – азот, **B** – O_2 – кислород, **C** – NO – оксид азота(II) или окись азота, **D** – O_3 – озон, **E** – NO_2 – оксид азота(IV) или диоксид азота или двуокись азота, **F** – HNO_3 – азотная кислота, **G** – H_2O_2 – пероксид водорода или перекись водорода.

5. Уравнения реакций.

**Система оценивания:**

- | | |
|---|---|
| 1. Расчет количества молекул 2 б (если посчитана только масса микрокапли, то 1 б) | 2 б; |
| 2. Масса воды в облаке 2 б, толщина слоя 2 б | $2\text{б} + 2\text{б} = 4 \text{ б};$ |
| 3. Расчет количества вагонов 2 б | 2 б; |
| 4. Формулы A-G по 0,5 б, названия по 0,5 б, уравнения реакций по 1 б | $(0,5\text{б} + 0,5\text{б}) \cdot 7 + 1\text{б} \cdot 5 = 12 \text{ б};$ |
| 5. Уравнения реакций по 1 б | $1\text{б} \cdot 7 = 7 \text{ б};$ |

Всего 27 баллов

Задача 2. (автор В.А. Емельянов).

1-2. Первый тайм: 1. Марганец. 2. Цинк. 3. Купорос. 4. Сажа. 5. Алмаз. 6. Зола. 7. Анод. 8. Дырка. 9. Анион. 10. Нос. 11. Сера. 12. Азот. «ГОЛ!!!». 13. Мел. 14. Лёд. 15. Дно. 16. Отгонка. 17. Астат. 18. Тантал. 19. Лантан. 20. Неончик.

Второй тайм: 21. Март. 22. Теллур. 23. Радон. 24. Ниобиум. 25. Молоко. «ГОЛ!!!». 26. Олеум. 27. Молибден. 28. Неон. 29. Ниобат. 30. Ток. 31. Кальций. «ГОЛ!!!». 32. Молекула. 33. Аммиак. 34. Катод. «ГОЛ!!!». 35. Лак. 36. Кокс. 37. Сено. 38. Оникс. 39. Сон. 40. Низ. 41. Запас.

3. Итак, наш матч, как и матч «Германия – Гана» на ЧМ-2014 закончился со счетом 2:2.

Система оценивания:

1. Верные слова по 0,5 б

$$0,56 \cdot 41 = 20,5 \text{ б};$$

2. Верно указанные забитые голы по 0,5 б

$$0,56 \cdot 4 = 2 \text{ б};$$

3. Счет 2:2 1,5 б, любой другой 0 б

$$1,5 \text{ б};$$

(Если школьник посчитал, что команды после первого тайма поменялись воротами, и у него получился счет 3:1 в пользу Германии, то такой ответ следует оценить в 1,5 балла)

Всего 24 балла

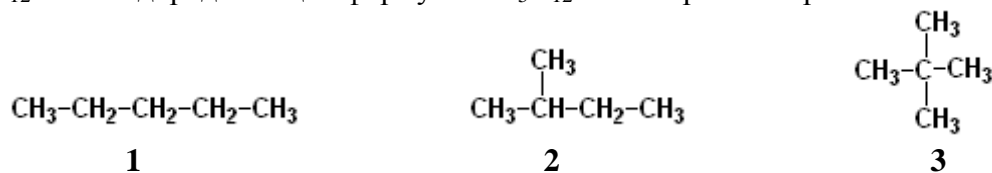
Задача 3. (автор А.Ю. Федоров).

1. При полном сгорании углеводорода **X** в избытке кислорода образуются только вода и углекислый газ. Рассчитаем количества образовавшихся веществ:

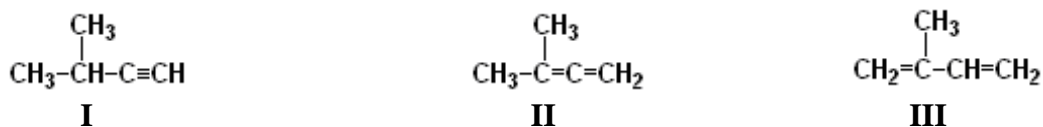
$$v(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,5 \text{ моль}; \quad v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{1 \text{ г/мл} \cdot 7,2 \text{ мл}}{18 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}.$$

В состав соединения **X** входит весь углерод, содержащийся в CO_2 , и весь водород, перешедший в воду. Следовательно, в углеводород **X** входит 0,5 моль атомов углерода и 0,8 моль атомов водорода. $v(\text{C}) : v(\text{H}) = 0,5 : 0,8 = 5:8$. Простейшая формула углеводорода **X** – C_5H_8 . Относительная плотность **X** по воздуху не превышает 2,5, следовательно, молярная масса **X** не более 72,5 г/моль. Тогда молекулярная формула соединения **X** – C_5H_8 .

2-5. При полном каталитическом гидрировании **X** должен образоваться алкан с пятью атомами углерода. Общая формула алканов – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, $n=5$, значит, образуется соединение с молекулярной формулой C_5H_{12} . Углеводород с общей формулой C_5H_{12} имеет три изомера:

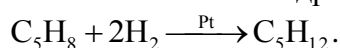


В результате хлорирования при облучении светом изомер **1** образует три монохлорпроизводных (1-хлорпентан, 2-хлорпентан и 3-хлорпентан), изомер **2** – четыре монохлорпроизводных (1-хлор-2-метилбутан, 2-хлор-2-метилбутан, 2-хлор-3-метилбутан и 1-хлор-3-метилбутан), а изомер **3** – одно (1-хлор-2,2-диметилпропан). Следовательно, продуктом гидрирования является изомер **2**. Тогда возможны три структуры исходного соединения с формулой C_5H_8 , не содержащие циклов:



Так как структуры **I** и **II** имеют атомы углерода в sp -гибридизации, то **III** – единственная возможная структура вещества **X**. Название **X** по номенклатуре IUPAC – **2-метилбутадиен-1,3**. Тривиальное название этого соединения – **изопрен**.

6. Запишем уравнение реакции полного каталитического гидрирования изопрена:



Количество C_5H_8 , вступившего в реакцию гидрирования $v = 15,68/22,4 = 0,7$ моль.

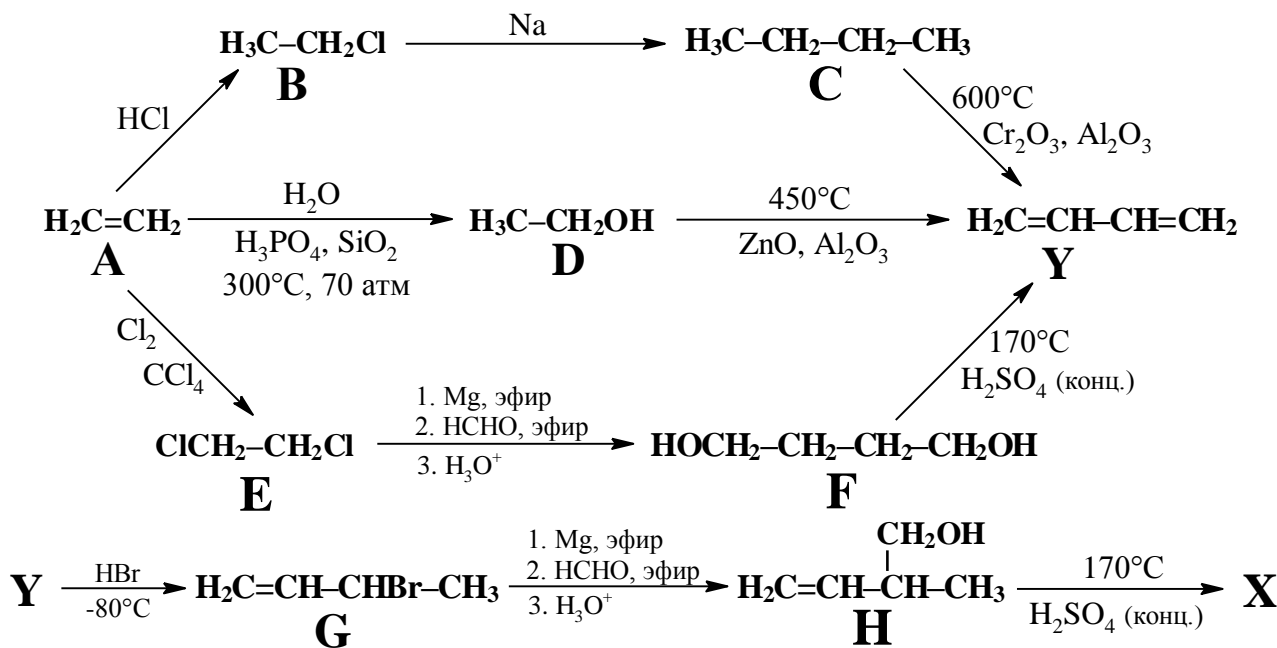
По закону Гесса тепловой эффект реакции гидрирования 1 моль C_5H_8 равен:

$$\Delta_r \bar{Q} = \Delta Q_f(C_5H_{12}) - 2 \Delta Q_f(H_2) - \Delta Q_f(C_5H_8) = 146,44 - 2 \cdot 0 - (-75,73) = 222,17 \text{ кДж/моль.}$$

Тогда тепловой эффект реакции гидрирования 0,7 моль C_5H_8 равен $0,7 \cdot 222,17 = 155,52 \text{ кДж.}$

7. Пусть в молекуле натурального каучука содержится n фрагментов C_5H_8 (мономерных звеньев). Молекулярная масса натурального каучука составляет 1 700 000 г/моль, молекулярная масса одного фрагмента C_5H_8 равна 68 г/моль, следовательно, $68n = 1 700 000$. Откуда $n = 25 000$, т.е. в молекуле натурального каучука содержится **25 000 мономерных звеньев.**

8. Структурные формулы неизвестных соединений приведены ниже.



9. Рассчитаем количество этанола, вступившее в реакцию Лебедева:

$$v(C_2H_5OH) = \frac{m_{C_2H_5OH}}{M_{C_2H_5OH}} = \frac{\omega_{C_2H_5OH} \cdot m_{p-pa}}{M_{C_2H_5OH}} = \frac{\omega_{C_2H_5OH} \cdot \rho_{p-pa} \cdot V_{p-pa}}{M_{C_2H_5OH}} = \frac{0,96 \cdot 800 \text{ г/л} \cdot 500 \text{ л}}{46 \text{ г/моль}} \approx 8348 \text{ моль.}$$

Вычислим количество бутадиена, которое получают из этанола (с учетом выхода $\eta_1 = 60\%$):

$$v_{\text{пр}}(C_4H_6) = \eta_1 \cdot v_{\text{теор}}(C_4H_6) = \eta_1 \cdot \frac{v(C_2H_5OH)}{2} = 0,6 \cdot \frac{8348 \text{ моль}}{2} \approx 2504,4 \text{ моль.}$$

Вычислим количество каучука, получаемое из бутадиена (с учетом выхода $\eta_2 = 80\%$):

$$v_{\text{пр}}((C_4H_6)_n) = \eta_2 \cdot v_{\text{теор}}((C_4H_6)_n) = \eta_2 \cdot \frac{v_{\text{пр}}(C_4H_6)}{n} = 0,8 \cdot \frac{2504,4 \text{ моль}}{n} \approx \frac{2003,5}{n} \text{ моль.}$$

Рассчитаем массу получаемого каучука ($M((C_4H_6)_n) = 54n \text{ г/моль}$):

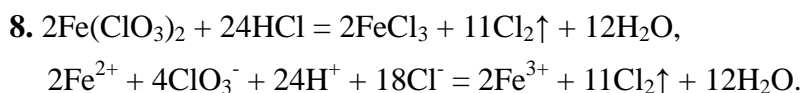
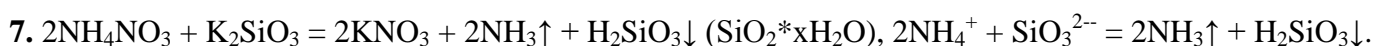
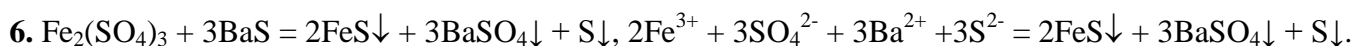
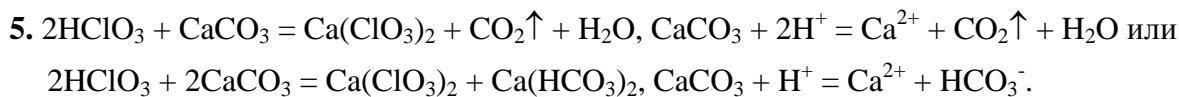
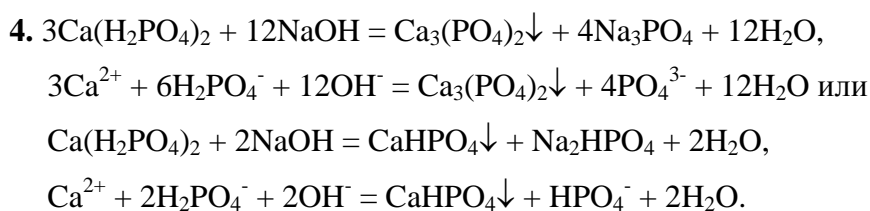
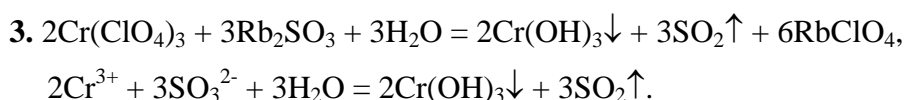
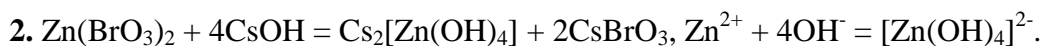
$$m((C_4H_6)_n) = v((C_4H_6)_n) \cdot M((C_4H_6)_n) = \frac{2003,5}{n} \text{ моль} \cdot 54n \text{ г/моль} = 108189 \text{ г} \approx \mathbf{108,2 \text{ кг.}}$$

Система оценивания:

- | | |
|--|-------------|
| 1. Молекулярная формула X (с расчетами) 3 б | 3 б; |
| 2. Молекулярная формула продукта гидрирования X 1 б | 1 б; |
| 3. Структурные формулы изомеров продукта гидрирования X по 1 б | 1б*3 = 3 б; |
| 4. Выбор верного изомера 1 б | 1 б; |
| 5. Структурная формула X 1 б | 1 б; |
| 6. Расчет теплового эффекта гидрирования X 3 б | 3 б; |
| 7. Оценка числа мономерных звеньев 1 б | 1 б; |
| 8. Структурные формулы A – H и Y по 1 б | 1б*9 = 9 б; |
| 9. Расчет массы каучука 3 б | 3 б. |

Всего 25 баллов

Задача 4. (автор В.А. Емельянов).



Система оценивания:

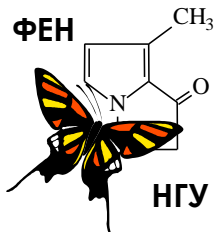
1. Формулы веществ по 0,5 б

2. Уравнения реакций в молекулярной форме по 1 б, ионной по 1 б

0,5б*16 = 8 б;

(16+16)*8 = 16 б;

Всего 24 балла

**Задача 1. (автор М.М. Быков).**

1. Радиус микрокапли $r = 0,5 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$. Её объем $V = 4/3\pi(2,5 \cdot 10^{-4})^3 = 6,542 \cdot 10^{-11} \text{ см}^3$, масса $m = \rho \cdot V = 1 \cdot 6,542 \cdot 10^{-11} = 6,542 \cdot 10^{-11} \text{ г}$.

Количество воды в ней составляет $\nu = m/M = 6,542 \cdot 10^{-11}/18 = 3,634 \cdot 10^{-12}$ моля, количество молекул в капле $N = N_A \cdot \nu = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,634 \cdot 10^{-12} = 2,188 \cdot 10^{12}$ штук.

2. Рассчитаем объем облака: $V = 4 \cdot 10 \cdot 25 = 1000 \text{ км}^3 = 10^{12} \text{ м}^3$. Тогда в одном облаке содержится $10^{12} \cdot 10^{11} = 10^{23}$ капель. Их общая масса составляет $10^{23} \cdot 6,542 \cdot 10^{-11} = 6,542 \cdot 10^{12} \text{ г} = 6,542 \cdot 10^6 \text{ тонн}$. Цифры выглядят пугающе большими, но давайте все же посчитаем толщину слоя.

Такая масса воды в конденсированном состоянии займет объем $6,542 \cdot 10^{12} \text{ см}^3$. Прольется она на площадь $10 \cdot 25 = 250 \text{ км}^2 = 250 \cdot 10^6 \text{ м}^2 = 250 \cdot 10^{10} \text{ см}^2 = 2,50 \cdot 10^{12} \text{ см}^2$. Средняя толщина слоя составит всего $6,542 \cdot 10^{12}/2,5 \cdot 10^{12} = 2,62 \text{ см}$ или 26,2 мм. То есть, так себе было облачко...

На самом деле количество выпавших осадков (оно измеряется именно толщиной слоя в мм) зависит от множества факторов и сильно увеличивается при движении от края грозы к ее эпицентру.

3. Энергия $10^8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ соответствует $3,6 \cdot 10^{11} \text{ кДж}$. Рассчитаем энергию, выделяющуюся при сгорании 1 кг антрацита. В 1 кг или 1000 г антрацита содержится $0,96 \cdot 1000 = 960 \text{ г}$ углерода. Его количество $\nu(\text{C}) = 960/12 = 80 \text{ моль}$. При его сгорании выделится $393,5 \cdot 80 = 31480 \text{ кДж}$ тепла. Тогда необходимое количество антрацита составит $3,6 \cdot 10^{11}/31480 = 1,1436 \cdot 10^7 \text{ кг} = 11436 \text{ тонн}$, которое уместится в $11436/60 = 190,6 \approx 191$ железнодорожный вагон. Уравнение реакции: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$.

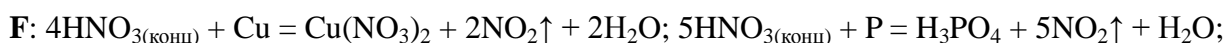
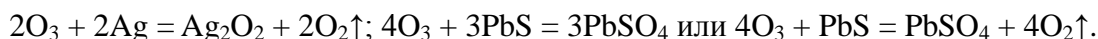
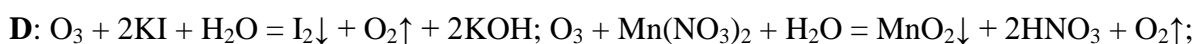
4. Простыми веществами, присутствующими в атмосфере в заметном количестве, являются азот и кислород. Две возможные реакции – взаимодействие азота и кислорода с образованием оксида азота(II) и образование озона из кислорода:



Уравнения вторичных реакций: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$; $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$; $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$.

Таким образом, **A** – N_2 – азот, **B** – O_2 – кислород, **C** – NO – оксид азота(II) или окись азота, **D** – O_3 – озон, **E** – NO_2 – оксид азота(IV) или диоксид азота или двуокись азота, **F** – HNO_3 – азотная кислота, **G** – H_2O_2 – пероксид водорода или перекись водорода.

5. Уравнения реакций.

**Система оценивания:**

- | | |
|---|---|
| 1. Расчет количества молекул 2 б (если посчитана только масса микрокапли, то 1 б) | 2 б; |
| 2. Масса воды в облаке 2 б, толщина слоя 2 б | $2\text{б} + 2\text{б} = 4 \text{ б};$ |
| 3. Расчет количества вагонов 2 б | 2 б; |
| 4. Формулы A-G по 0,5 б, названия по 0,5 б, уравнения реакций по 1 б | $(0,5\text{б} + 0,5\text{б}) \cdot 7 + 1\text{б} \cdot 5 = 12 \text{ б};$ |
| 5. Уравнения реакций по 1 б | $1\text{б} \cdot 7 = 7 \text{ б};$ |

Всего 27 баллов

Задача 2. (автор В.А. Емельянов).

1-2. Первый тайм: 1. Марганец. 2. Цинк. 3. Купорос. 4. Сажа. 5. Алмаз. 6. Зола. 7. Анод. 8. Дырка. 9. Анион. 10. Нос. 11. Сера. 12. Азот. «ГОЛ!!!». 13. Мел. 14. Лёд. 15. Дно. 16. Отгонка. 17. Астат. 18. Тантал. 19. Лантан. 20. Неончик.

Второй тайм: 21. Март. 22. Теллур. 23. Радон. 24. Ниобиум. 25. Молоко. «ГОЛ!!!». 26. Олеум. 27. Молибден. 28. Неон. 29. Ниобат. 30. Ток. 31. Кальций. «ГОЛ!!!». 32. Молекула. 33. Аммиак. 34. Катод. «ГОЛ!!!». 35. Лак. 36. Кокс. 37. Сено. 38. Оникс. 39. Сон. 40. Низ. 41. Запас.

3. Итак, наш матч, как и матч «Германия – Гана» на ЧМ-2014 закончился со счетом 2:2.

Система оценивания:

1. Верные слова по 0,5 б 0,56*41 = 20,5 б;
2. Верно указанные забитые голы по 0,5 б 0,56*4 = 2 б;
3. Счет 2:2 1,5 б, любой другой 0 б 1,5 б;

(Если школьник посчитал, что команды после первого тайма поменялись воротами, и у него получился счет 3:1 в пользу Германии, то такой ответ следует оценить в 1,5 балла)

Всего 24 балла

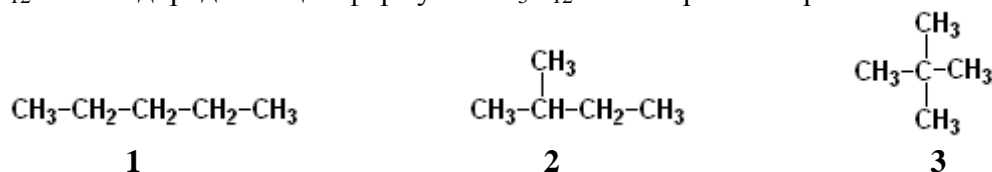
Задача 3. (автор А.Ю. Федоров).

1. При полном сгорании углеводорода **X** в избытке кислорода образуются только вода и углекислый газ. Рассчитаем количества образовавшихся веществ:

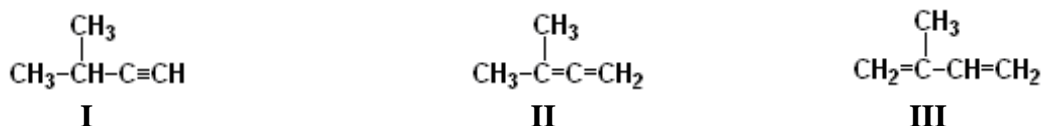
$$v(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,5 \text{ моль}; \quad v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{1 \text{ г/мл} \cdot 7,2 \text{ мл}}{18 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}.$$

В состав соединения **X** входит весь углерод, содержащийся в CO_2 , и весь водород, перешедший в воду. Следовательно, в углеводород **X** входит 0,5 моль атомов углерода и 0,8 моль атомов водорода. $v(\text{C}) : v(\text{H}) = 0,5 : 0,8 = 5:8$. Простейшая формула углеводорода **X** – C_5H_8 . Относительная плотность **X** по воздуху не превышает 2,5, следовательно, молярная масса **X** не более 72,5 г/моль. Тогда молекулярная формула соединения **X** – C_5H_8 .

2-5. При полном каталитическом гидрировании **X** должен образоваться алкан с пятью атомами углерода. Общая формула алканов – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, $n = 5$, значит, образуется соединение с молекулярной формулой C_5H_{12} . Углеводород с общей формулой C_5H_{12} имеет три изомера:

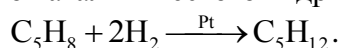


В результате хлорирования при облучении светом изомер **1** образует три монохлорпроизводных (1-хлорпентан, 2-хлорпентан и 3-хлорпентан), изомер **2** – четыре монохлорпроизводных (1-хлор-2-метилбутан, 2-хлор-2-метилбутан, 2-хлор-3-метилбутан и 1-хлор-3-метилбутан), а изомер **3** – одно (1-хлор-2,2-диметилпропан). Следовательно, продуктом гидрирования является изомер **2**. Тогда возможны три структуры исходного соединения с формулой C_5H_8 , не содержащие циклов:



Так как структуры **I** и **II** имеют атомы углерода в sp-гибридизации, то **III** – единственная возможная структура вещества **X**. Название **X** по номенклатуре IUPAC – **2-метилбутадиен-1,3**. Тривиальное название этого соединения – **изопрен**.

6. Запишем уравнение реакции полного каталитического гидрирования изопрена:



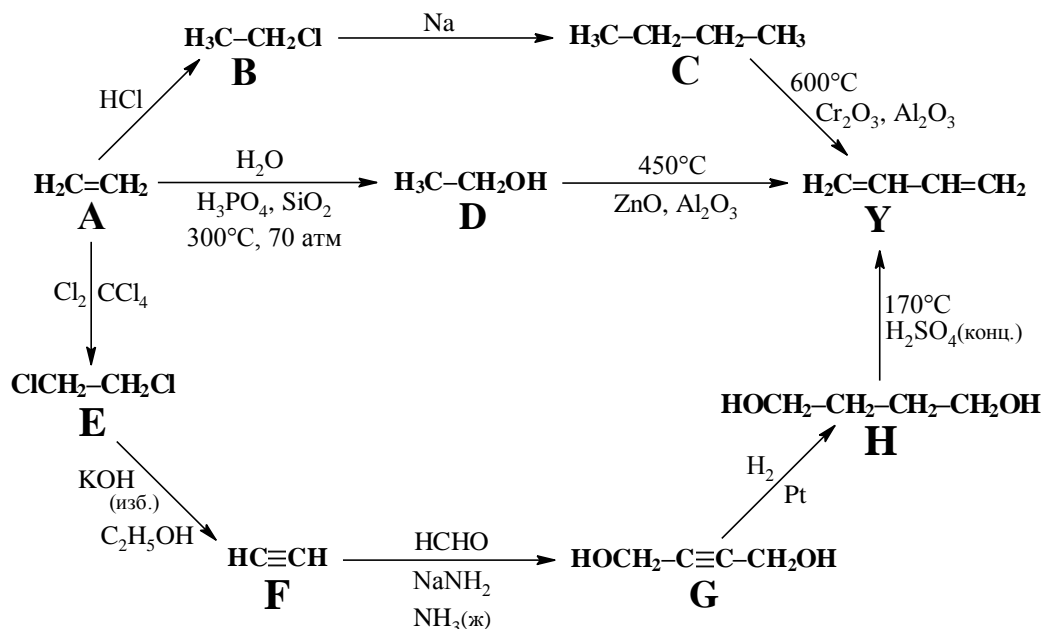
Количество C_5H_8 , вступившего в реакцию гидрирования $v = 15,68/22,4 = 0,7$ моль.

По закону Гесса тепловой эффект реакции гидрирования 1 моль C_5H_8 равен:

$$\Delta_r \bar{Q} = \Delta Q_f(C_5H_{12}) - 2 \Delta Q_f(H_2) - \Delta Q_f(C_5H_8) = 146,44 - 2 \cdot 0 - (-75,73) = 222,17 \text{ кДж/моль.}$$

Тогда тепловой эффект реакции гидрирования 0,7 моль C_5H_8 равен $0,7 \cdot 222,17 = 155,52 \text{ кДж.}$

7. Структурные формулы неизвестных соединений приведены ниже.



8. Рассчитаем количество этанола, вступившее в реакцию Лебедева:

$$v(C_2H_5OH) = \frac{m_{C_2H_5OH}}{M_{C_2H_5OH}} = \frac{\omega_{C_2H_5OH} \cdot m_{p-ра}}{M_{C_2H_5OH}} = \frac{\omega_{C_2H_5OH} \cdot \rho_{p-ра} \cdot V_{p-ра}}{M_{C_2H_5OH}} = \frac{0,96 \cdot 800 \text{ г/л} \cdot 500 \text{ л}}{46 \text{ г/моль}} \approx 8348 \text{ моль.}$$

Вычислим количество бутадиена, которое получают из этанола (с учетом выхода $\eta_1 = 60\%$):

$$v_{\text{пр}}(C_4H_6) = \eta_1 \cdot v_{\text{теор}}(C_4H_6) = \eta_1 \cdot \frac{v(C_2H_5OH)}{2} = 0,6 \cdot \frac{8348 \text{ моль}}{2} \approx 2504,4 \text{ моль.}$$

Вычислим количество каучука, получаемое из бутадиена (с учетом выхода $\eta_2 = 80\%$):

$$v_{\text{пр}}((C_4H_6)_n) = \eta_2 \cdot v_{\text{теор}}((C_4H_6)_n) = \eta_2 \cdot \frac{v_{\text{пр}}(C_4H_6)}{n} = 0,8 \cdot \frac{2504,4 \text{ моль}}{n} \approx \frac{2003,5}{n} \text{ моль.}$$

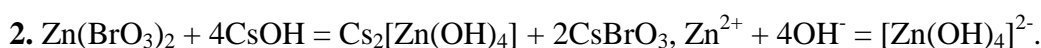
Рассчитаем массу получаемого каучука ($M((C_4H_6)_n) = 54n \text{ г/моль}$):

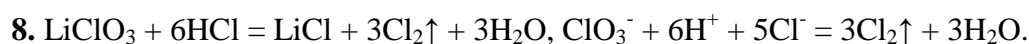
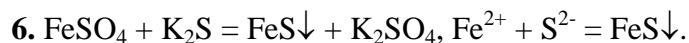
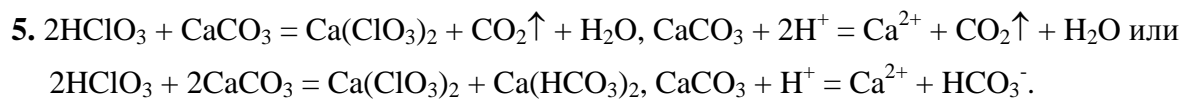
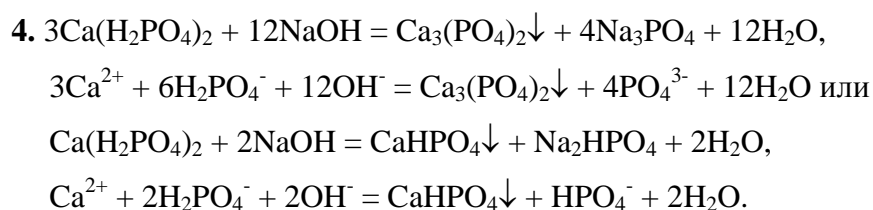
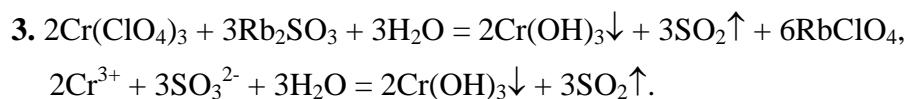
$$m((C_4H_6)_n) = v((C_4H_6)_n) \cdot M((C_4H_6)_n) = \frac{2003,5}{n} \text{ моль} \cdot 54n \text{ г/моль} = 108189 \text{ г} \approx 108,2 \text{ кг.}$$

Система оценивания:

| | |
|--|------------------|
| 1. Молекулярная формула X (с расчетами) 3 б | 3 б; |
| 2. Молекулярная формула продукта гидрирования X 1 б | 1 б; |
| 3. Структурные формулы изомеров продукта гидрирования X по 1 б | 1б*3 = 3 б; |
| 4. Выбор верного изомера 1 б | 1 б; |
| 5. Структурная формула X 1 б | 1 б; |
| 6. Расчет теплового эффекта гидрирования X 3 б | 3 б; |
| 7. Структурные формулы A – H и Y по 1 б | 1б*9 = 9 б; |
| 8. Расчет массы каучука 4 б | 4 б. |
| Всего | 25 баллов |

Задача 4. (автор В.А. Емельянов).





Система оценивания:

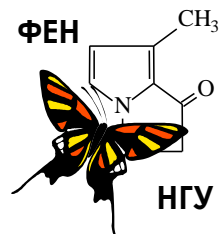
1. Формулы веществ по 0,5 б

2. Уравнения реакций в молекулярной форме по 1 б, ионной по 1 б

$0,5\text{б} * 16 = 8\text{ б};$

$(16+16) * 8 = 16\text{ б};$

Всего 24 балла

**Задача 1. (автор М.М. Быков).**

1. Радиус микрокапли $r = 0,5 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$. Её объем $V = 4/3\pi(2,5 \cdot 10^{-4})^3 = 6,542 \cdot 10^{-11} \text{ см}^3$, масса $m = \rho \cdot V = 1 \cdot 6,542 \cdot 10^{-11} = 6,542 \cdot 10^{-11} \text{ г}$.

Количество воды в ней составляет $\nu = m/M = 6,542 \cdot 10^{-11}/18 = 3,634 \cdot 10^{-12}$ моля, количество молекул в капле $N = N_A \cdot \nu = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,634 \cdot 10^{-12} = 2,188 \cdot 10^{12}$ штук.

2. Рассчитаем объем облака: $V = 4 \cdot 10 \cdot 25 = 1000 \text{ км}^3 = 10^{12} \text{ м}^3$. Тогда в одном облаке содержится $10^{12} \cdot 10^{11} = 10^{23}$ капель. Их общая масса составляет $10^{23} \cdot 6,542 \cdot 10^{-11} = 6,542 \cdot 10^{12} \text{ г} = 6,542 \cdot 10^6 \text{ тонн}$. Цифры выглядят пугающе большими, но давайте все же посчитаем толщину слоя.

Такая масса воды в конденсированном состоянии займет объем $6,542 \cdot 10^{12} \text{ см}^3$. Прольется она на площадь $10 \cdot 25 = 250 \text{ км}^2 = 250 \cdot 10^6 \text{ м}^2 = 250 \cdot 10^{10} \text{ см}^2 = 2,50 \cdot 10^{12} \text{ см}^2$. Средняя толщина слоя составит всего $6,542 \cdot 10^{12}/2,5 \cdot 10^{12} = 2,62 \text{ см}$ или 26,2 мм. То есть, так себе было облачко...

На самом деле количество выпавших осадков (оно измеряется именно толщиной слоя в мм) зависит от множества факторов и сильно увеличивается при движении от края грозы к ее эпицентру.

3. Энергия $10^8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ соответствует $3,6 \cdot 10^{11} \text{ кДж}$. Рассчитаем энергию, выделяющуюся при сгорании 1 кг антрацита. В 1 кг или 1000 г антрацита содержится $0,96 \cdot 1000 = 960 \text{ г}$ углерода. Его количество $\nu(\text{C}) = 960/12 = 80 \text{ моль}$. При его сгорании выделится $393,5 \cdot 80 = 31480 \text{ кДж}$ тепла. Тогда необходимое количество антрацита составит $3,6 \cdot 10^{11}/31480 = 1,1436 \cdot 10^7 \text{ кг} = 11436 \text{ тонн}$, которое уместится в $11436/60 = 190,6 \approx 191$ железнодорожный вагон.

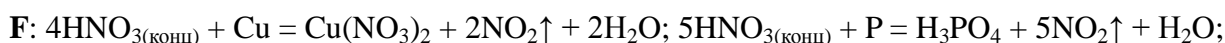
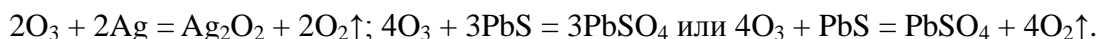
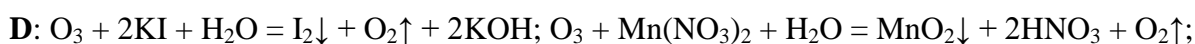
4. Простыми веществами, присутствующими в атмосфере в заметном количестве, являются азот и кислород. Две возможные реакции – взаимодействие азота и кислорода с образованием оксида азота(II) и образование озона из кислорода:



Уравнения вторичных реакций: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$; $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$; $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$.

Таким образом, **A** – N_2 – азот, **B** – O_2 – кислород, **C** – NO – оксид азота(II) или окись азота, **D** – O_3 – озон, **E** – NO_2 – оксид азота(IV) или диоксид азота или двуокись азота, **F** – HNO_3 – азотная кислота, **G** – H_2O_2 – пероксид водорода или перекись водорода.

5. Уравнения реакций.

**Система оценивания:**

- | | |
|---|---|
| 1. Расчет количества молекул 2 б (если посчитана только масса микрокапли, то 1 б) | 2 б; |
| 2. Масса воды в облаке 2 б, толщина слоя 2 б | $2\text{б} + 2\text{б} = 4 \text{ б};$ |
| 3. Расчет количества вагонов 2 б | 2 б; |
| 4. Формулы A-G по 0,5 б, названия по 0,5 б, уравнения реакций по 1 б | $(0,5\text{б} + 0,5\text{б}) \cdot 7 + 1\text{б} \cdot 5 = 12 \text{ б};$ |
| 5. Уравнения реакций по 1 б | $1\text{б} \cdot 7 = 7 \text{ б};$ |

Всего 27 баллов

Задача 2. (автор В.А. Емельянов).

1-2. Первый тайм: 1. Марганец. 2. Цинк. 3. Купорос. 4. Сажа. 5. Алмаз. 6. Зола. 7. Анод. 8. Дырка. 9. Анион. 10. Нос. 11. Сера. 12. Азот. «ГОЛ!!!». 13. Мел. 14. Лёд. 15. Дно. 16. Отгонка. 17. Астат. 18. Тантал. 19. Лантан. 20. Неончик.

Второй тайм: 21. Март. 22. Теллур. 23. Радон. 24. Ниобиум. 25. Молоко. «ГОЛ!!!». 26. Олеум. 27. Молибден. 28. Неон. 29. Ниобат. 30. Ток. 31. Кальций. «ГОЛ!!!». 32. Молекула. 33. Аммиак. 34. Катод. «ГОЛ!!!». 35. Лак. 36. Кокс. 37. Сено. 38. Оникс. 39. Сон. 40. Низ. 41. Запас.

3. Итак, наш матч, как и матч «Германия – Гана» на ЧМ-2014 закончился со счетом 2:2.

Система оценивания:

1. Верные слова по 0,5 б

$$0,56 \cdot 41 = 20,5 \text{ б;}$$

2. Верно указанные забитые голы по 0,5 б

$$0,56 \cdot 4 = 2 \text{ б;}$$

3. Счет 2:2 1,5 б, любой другой 0 б

$$1,5 \text{ б;}$$

(Если школьник посчитал, что команды после первого тайма поменялись воротами, и у него получился счет 3:1 в пользу Германии, то такой ответ следует оценить в 1,5 балла)

Всего

24 балла

Задача 3. (автор А.В. Задесенец).

1. а) можно/нужно выполнять при работе в лаборатории: нюхать, смотреть, нагревать, охлаждать, надевать халат, взвешивать перед растворением, думать, лить концентрированную кислоту в воду, мыть посуду, задавать вопросы преподавателю, мыть руки с мылом.

б) нельзя совершать ни в коем случае: пробовать на вкус, брать реактивы руками, затягивать растворы в пипетку ртом, есть, пить, выливать в раковину растворы кислот, высыпать обратно в банку неиспользованный реактив, залезать в вытяжной шкаф с головой, лить воду в концентрированную кислоту.

2. Заполненная таблица с верным сопоставлением пунктов.

| 1 | 2 |
|---|---|
| попадание на кожу концентрированной кислоты | промыть большим количеством воды, обработать 2% раствором пищевой соды |
| попадание на кожу концентрированной щелочи | промыть большим количеством воды, обработать 2% раствором борной или уксусной кислоты |
| попадание на кожу брома | промыть водой и 10% раствором тиосульфата натрия |
| отравление хлором | выйти на свежий воздух |
| пролив ртути | собрать все видимые капли ватным тампоном, поверхность обработать раствором хлорного железа или подкисленной соляной кислотой перманганата калия, долгое время проветривать помещение |
| возгорание ЛВЖ | позвонить 01, выключить вентиляцию, использовать углекислотный огнетушитель |

3. Серная кислота – H_2SO_4 , натриевая щелочь – NaOH , бром – Br_2 , хлор – Cl_2 , ртуть – Hg , питьевая сода – NaHCO_3 , борная кислота – H_3BO_3 , уксусная кислота – CH_3COOH ($\text{H}_4\text{C}_2\text{O}_2$), тиосульфат натрия – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, хлорное железо – FeCl_3 , соляная кислота – HCl , перманганат калия – KMnO_4 , вода – H_2O .

4. Внутри углекислотного огнетушителя находится жидкий углекислый газ (диоксид, двуокись углерода, CO_2), который закачивается в огнетушитель под давлением 5,7 МПа при $T = 20^\circ\text{C}$. После срабатывания запорно-пускового устройства (нажатия на рычаг) жидкий углекислый газ выходит наружу, где частично испаряется. Процесс испарения сопровождается резким понижением температуры (до минус 70°C), в результате чего оставшийся углекислый газ переходит из сжиженного состояния в твердое (снегообразное). Огнетушащее действие основано на охлаждении

зоны горения и разбавлении горючей газовой среды негорючим веществом до концентраций, при которых происходит прекращение реакции горения.

5. Уравнения реакций: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$; $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{BO}_3 = \text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4]$; $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Br}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{S}\downarrow + 2\text{HBr} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ или $\text{Br}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{S}\downarrow + 2\text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ или $\text{Br}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{изб.}) = 2\text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{NaBr} + \text{Na}_2\text{SO}_4$; $\text{Hg} + 2\text{FeCl}_3 = \text{HgCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$; $5\text{Hg} + 2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 5\text{HgCl}_2 + 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$.

Система оценивания:

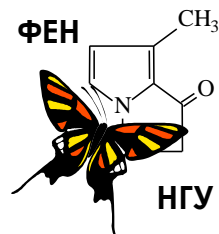
| | |
|--|------------------|
| 1. Верное отнесение по 0,5 б (неверное – штраф минус 0,5 б) (Если получается отрицательное значение, то в целом за п. 1 ставится 0 б); | 0,5б*20 = 10 б; |
| 2. Верное соответствие по 0,5 б (неверное – штраф минус 0,5 б) (Если получается отрицательное значение, то в целом за п. 2 ставится 0 б); | 0,5б*6 = 3 б; |
| 3. Формулы веществ по 0,5 б | 0,5б*13 = 6,5 б; |
| 4. Углекислый газ 1 б, жидкий 0,5 б | 1б+0,5б = 1,5 б; |
| 5. Уравнения реакций по 1 б | 1б*7 = 7 б; |
| Всего | 28 баллов |

Задача 4. (автор В.А. Емельянов).

- $\text{MnO}_2 + 4\text{HI} = \text{MnI}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
- $\text{Zn}(\text{BrO}_3)_2 + 4\text{CsOH} = \text{Cs}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 2\text{CsBrO}_3$, $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$.
- $2\text{Cr}(\text{ClO}_4)_3 + 3\text{Rb}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{SO}_2\uparrow + 6\text{RbClO}_4$,
 $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow$.
- $3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 12\text{NaOH} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 4\text{Na}_3\text{PO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$,
 $3\text{Ca}^{2+} + 6\text{H}_2\text{PO}_4^- + 12\text{OH}^- = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 4\text{PO}_4^{3-} + 12\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{NaOH} = \text{CaHPO}_4\downarrow + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{OH}^- = \text{CaHPO}_4\downarrow + \text{HPO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$.
- $2\text{HClO}_3 + \text{CaCO}_3 = \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{HClO}_3 + 2\text{CaCO}_3 = \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$.
- $\text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{S} = \text{FeS}\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$, $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS}\downarrow$.
- $2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$.
- $2\text{LiOH} + \text{SO}_2 = \text{Li}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$.

Система оценивания:

| | |
|---|-------------------|
| 1. Формулы веществ по 0,5 б | 0,5б*16 = 8 б; |
| 2. Уравнения реакций в молекулярной форме по 1 б, ионной по 1 б | (1б+1б)*8 = 16 б; |
| Всего | 24 балла |

**Задача 1.** (автор М.М. Быков).

1. Радиус микрокапли $r = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$. Её объем $V = 4/3\pi(2,5 \cdot 10^{-4})^3 = 6,542 \cdot 10^{-11} \text{ см}^3$, масса $m = \rho \cdot V = 1 \cdot 6,542 \cdot 10^{-11} = 6,542 \cdot 10^{-11} \text{ г}$.

Количество воды в ней составляет $\nu = m/M = 6,542 \cdot 10^{-11}/18 = 3,634 \cdot 10^{-12}$ моля, количество молекул в капле $N = N_A \cdot \nu = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,634 \cdot 10^{-12} = 2,188 \cdot 10^{12}$ штук.

2. Рассчитаем объем облака: $V = 4 \cdot 10 \cdot 25 = 1000 \text{ км}^3 = 10^{12} \text{ м}^3$. Тогда в одном облаке содержится $10^{12} \cdot 10^{11} = 10^{23}$ капель. Их общая масса составляет $10^{23} \cdot 6,542 \cdot 10^{-11} = 6,542 \cdot 10^{12} \text{ г} = 6,542 \cdot 10^6 \text{ тонн}$. Цифры выглядят пугающе большими, но давайте все же посчитаем толщину слоя.

Такая масса воды в конденсированном состоянии займет объем $6,542 \cdot 10^{12} \text{ см}^3$. Прольется она на площадь $10 \cdot 25 = 250 \text{ км}^2 = 250 \cdot 10^6 \text{ м}^2 = 250 \cdot 10^{10} \text{ см}^2 = 2,50 \cdot 10^{12} \text{ см}^2$. Средняя толщина слоя составит всего $6,542 \cdot 10^{12}/2,5 \cdot 10^{12} = 2,62 \text{ см}$ или 26,2 мм. То есть, так себе было облачко...

На самом деле количество выпавших осадков (оно измеряется именно толщиной слоя в мм) зависит от множества факторов и сильно увеличивается при движении от края грозы к ее эпицентру.

3. Энергия $10^8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ соответствует $3,6 \cdot 10^{11} \text{ кДж}$. Рассчитаем энергию, выделяющуюся при сгорании 1 кг антрацита. В 1 кг или 1000 г антрацита содержится $0,96 \cdot 1000 = 960 \text{ г}$ углерода. Его количество $\nu(\text{C}) = 960/12 = 80 \text{ моль}$. При его сгорании выделится $393,5 \cdot 80 = 31480 \text{ кДж}$ тепла. Тогда необходимое количество антрацита составит $3,6 \cdot 10^{11}/31480 = 1,1436 \cdot 10^7 \text{ кг} = 11436 \text{ тонн}$, которое уместится в $11436/60 = 190,6 \approx 191$ железнодорожный вагон. Уравнение реакции: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$.

4. Простыми веществами, присутствующими в атмосфере в заметном количестве, являются азот и кислород. Две возможные реакции – взаимодействие азота и кислорода с образованием оксида азота(II) и образование озона из кислорода:



Уравнения вторичных реакций: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$; $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$; $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$.

Таким образом, **A** – N_2 – азот, **B** – O_2 – кислород, **C** – NO – оксид азота(II) или окись азота, **D** – O_3 – озон, **E** – NO_2 – оксид азота(IV) или диоксид азота или двуокись азота, **F** – HNO_3 – азотная кислота, **G** – H_2O_2 – пероксид водорода или перекись водорода.

Система оценивания:

- | | |
|---|---|
| 1. Расчет количества молекул 2 б (если посчитана только масса микрокапли, то 1 б) | 2 б; |
| 2. Масса воды в облаке 2 б, толщина слоя 2 б | $2\text{б} + 2\text{б} = 4 \text{ б};$ |
| 3. Расчет количества вагонов 2 б, уравнение реакции 1 б | $2\text{б} + 1\text{б} = 3 \text{ б};$ |
| 4. Формулы A-G по 0,5 б, названия по 0,5 б, уравнения реакций по 1 б | $(0,5\text{б} + 0,5\text{б}) \cdot 7 + 1\text{б} \cdot 5 = 12 \text{ б};$ |
| | Всего 21 балл |

Задача 2. (автор В.А. Емельянов).

1-2. Первый тайм: 1. Марганец. 2. Цинк. 3. Купорос. 4. Сажа. 5. Алмаз. 6. Зола. 7. Анод. 8. Дырка. 9. Анион. 10. Нос. 11. Сера. 12. Азот. «ГОЛ!!!». 13. Мел. 14. Лёд. 15. Дно. 16. Отгонка. 17. Астат. 18. Тантал. 19. Лантан. 20. Неончик.

Второй тайм: 21. Март. 22. Теллур. 23. Радон. 24. Ниобиум. 25. Молоко. «ГОЛ!!!». 26. Олеум. 27. Молибден. 28. Неон. 29. Ниобат. 30. Ток. 31. Кальций. «ГОЛ!!!». 32. Молекула. 33. Аммиак. 34. Катод. «ГОЛ!!!». 35. Лак. 36. Кокс. 37. Сено. 38. Оникс. 39. Сон. 40. Низ. 41. Запас.

3. Итак, наш матч, как и матч «Германия – Гана» на ЧМ-2014 закончился со счетом 2:2.

Система оценивания:

1. Верные слова по 0,5 б 0,5б*41 = 20,5 б;
 2. Верно указанные забитые голы по 0,5 б 0,5б*4 = 2 б;
 3. Счет 2:2 1,5 б, любой другой 0 б 1,5 б;
 (Если школьник посчитал, что команды после первого тайма поменялись воротами, и у него получился счет 3:1 в пользу Германии, то такой ответ следует оценить в 1,5 балла)
Всего 24 балла

Задача 3. (автор А.В. Задесенец).

1. а) можно/нужно выполнять при работе в лаборатории: нюхать, смотреть, нагревать, охлаждать, надевать халат, взвешивать перед растворением, думать, лить концентрированную кислоту в воду, мыть посуду, задавать вопросы преподавателю, мыть руки с мылом.

б) нельзя совершать ни в коем случае: пробовать на вкус, брать реактивы руками, затягивать растворы в пипетку ртом, есть, пить, выливать в раковину растворы кислот, высыпать обратно в банку неиспользованный реактив, залезать в вытяжной шкаф с головой, лить воду в концентрированную кислоту.

2. Заполненная таблица с верным сопоставлением пунктов.

| 1 | 2 |
|---|--|
| попадание на кожу концентрированной кислоты | промыть большим количеством воды, обработать 2% раствором пищевой соды |
| попадание на кожу концентрированной щелочи | промыть большим количеством воды, обработать 2% раствором борной или уксусной кислоты |
| попадание на кожу брома | промыть водой и 10% раствором тиосульфата натрия |
| отравление хлором | выйти на свежий воздух |
| пролив ртути | собрать все видимые капли ватным тампоном, поверхность обработать раствором хлорного железа или подкисленного соляной кислотой перманганата калия, долгое время проветривать помещение |
| возгорание ЛВЖ | позвонить 01, выключить вентиляцию, использовать углекислотный огнетушитель |

3. Серная кислота – H_2SO_4 , натриевая щелочь – $NaOH$, бром – Br_2 , хлор – Cl_2 , ртуть – Hg , питьевая сода – $NaHCO_3$, борная кислота – H_3BO_3 , уксусная кислота – CH_3COOH ($H_4C_2O_2$), тиосульфат натрия – $Na_2S_2O_3$, хлорное железо – $FeCl_3$, соляная кислота – HCl , перманганат калия – $KMnO_4$, вода – H_2O .

4. Внутри углекислотного огнетушителя находится жидкий углекислый газ (диоксид, двуокись углерода, CO_2), который закачивается в огнетушитель под давлением 5,7 МПа при $T = 20^\circ C$. После срабатывания запорно-пускового устройства (нажатия на рычаг) жидкий углекислый газ выходит наружу, где частично испаряется. Процесс испарения сопровождается резким понижением температуры (до минус $70^\circ C$), в результате чего оставшийся углекислый газ переходит из сжиженного состояния в твердое (снегообразное). Огнетушащее действие основано на охлаждении зоны горения и разбавлении горючей газовой среды негорючим веществом до концентраций, при которых происходит прекращение реакции горения.

Система оценивания:

1. Верное отнесение по 0,5 б (неверное – штраф минус 0,5 б) 0,5б*20 = 10 б;
 (Если получается отрицательное значение, то в целом за п. 1 ставится 0 б);
 2. Верное соответствие по 0,5 б (неверное – штраф минус 0,5 б) 0,5б*6 = 3 б;
 (Если получается отрицательное значение, то в целом за п. 2 ставится 0 б);
 3. Формулы веществ по 0,5 б 0,5б*13 = 6,5 б;
 4. Углекислый газ 1 б, жидкий 0,5 б 1б+0,5б = 1,5 б;
Всего 21 балл