

Задание теоретического тура РайХО-2019-2020 для 11 класса.

Время для выполнения – 180 минут. 35 баллов.

№11-1-2019 район. 5 баллов.

Определенная масса нитрата серебра выпадает в осадок из 20 г раствора, насыщенного при 80 °С, при охлаждении его до 20 °С? Растворимость AgNO₃ составляет 635 г при 80 °С и 228 г при 20 °С на 100 г воды.

1. Найдите массу AgNO₃ в насыщенном растворе при 80 °С. (2 балла)
2. Вычислите массу выпавшего осадка AgNO₃ при охлаждении раствора до 20 °С. (3 балла)

1. Массовая доля вещества в насыщенном растворе (w) связана с растворимостью (s) соотношением

$$w = s / (s+100)$$

$$\text{При } 80 \text{ } ^\circ\text{C } w(\text{AgNO}_3) = 635 / 735 = 0,864$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 20 * 0,864 = 17,28 \text{ г. (2 балла)}$$

2. Если при охлаждении выпало a г AgNO₃. Тогда масса конечного раствора будет $(20 - a)$ г, а массовая доля соли в охлажденном растворе равна:

$$w(\text{AgNO}_3) = (17,28 - a) / (20 - a) = 228 / 328$$

$$\text{откуда } a = 11,078 \text{ г.}$$

$$\text{Масса осадка AgNO}_3 \text{ равна } 11,078 \text{ г. (3 баллов)}$$

№11-2-2019 район. 6 баллов.

При электролизе 149 г 30 %-го раствора хлорида калия на аноде выделилось 5,6 л (н. у.) газа.

1. Вычислите массу KCl в исходном растворе. (1,5 балла)
2. Найдите количество газа на аноде. (1,5 балла)
3. Напишите реакцию. (1 балл)
4. Определите массовые доли веществ в конечном растворе. (2 балла)

1. $m(\text{KCl}) = 149 \cdot 0,3 = 44,7 \text{ г (1,5 балла)}$

2. $n(\text{Cl}_2) = 5,6 : 22,4 = 0,25 \text{ моль (1,5 балла)}$



4. $n(\text{KCl}) = 44,7 : 74,5 = 0,6 \text{ моль}$, Если бы хлорид калия полностью подвергся электролизу, то количество выделившегося хлора составило бы $0,6 : 2 = 0,3 \text{ моль}$. По условию $n(\text{Cl}_2) = 0,25 \text{ моль}$, то есть прореагировал не весь хлорид калия. Расчет по уравнению ведем по хлору.

$$n(\text{KOH}) = 2n(\text{Cl}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{KOH}) = 0,5 \cdot 56 = 28 \text{ г}$$

$$n(\text{KCl в реакции}) = 2n(\text{Cl}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{KCl ост.}) = 0,6 - 0,5 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{KCl ост.}) = 0,1 \cdot 74,5 = 7,45 \text{ г}$$

$$m\text{-ра} = m\text{-ра}(\text{KCl}) - m(\text{Cl}_2) - m(\text{H}_2) = 149 - 0,25 \cdot 71 - 0,25 \cdot 2 = 130,75 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KOH}) = 28 : 130,75 \cdot 100\% = 21,41\% \text{ (1 балл)}$$

$$\omega(\text{KCl}) = 7,45 : 130,75 \cdot 100\% = 5,7\% \text{ (1 балл)}$$

№11-3-2019 район. 7 баллов.

Имеется 50 мл 3.451%-ный раствор иодноватой кислоты (HIO₃) с плотностью 1.02г/мл.

1. Рассчитайте количество кислоты в растворе. (2 балла)
2. Найдите концентрацию раствора. (2 балл)

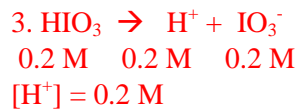
3. Найдите концентрацию ионов водорода в данном растворе (примите, что иодноватая кислота является сильной). (1 балл)

4. Определите водородный показатель (рН) данного раствора. (2 балла)

$$1. m(\text{HIO}_3) = 50 \cdot 1.02 \cdot 0.03451 = 1.76 \text{ г}$$

$$n(\text{HIO}_3) = 1.76/176 = 0.01 \text{ моль}$$

$$2. c(\text{HIO}_3) = 0.01/0.05 = 0.2 \text{ М}$$



$$4. \text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(0.2) = 0.7$$

№11-4-2019 район. 8 баллов.

Органическая химия – действительно удивительный и по-своему потрясающий раздел. Многие ученики сталкиваются с ним лишь поверхностно, пытаясь сразу узнать больше реакций или рассмотреть больше синтетических цепочек. Однако, обладая глубокими познаниями в фундаментальных вопросах, перед тобой открывается красивейшая наука, полная механизмов, причин и следствий.

Самое простейшее органическое соединение – метан (CH_4). Наверное, вам известно, что молекула метана симметрична и имеет форму тетраэдра.

1. Напишите электронную конфигурацию атома углерода (2 балла)

$1s^2 2s^2 2p^2$ (2 балла). Если указана конфигурация $2s^1 2p^3$ – 0 баллов.

2. Сколько связей может образовывать углерод в данной конфигурации? (1 балл)

Два неспаренных электрона – две связи (1 балл). Если ученик указал конфигурацию $2s^1 2p^3$ в предыдущем пункте и ответил 4 связи – 1 балл.

3. Как объяснить возможность углерода образовывать 4 связи? (1 балл)

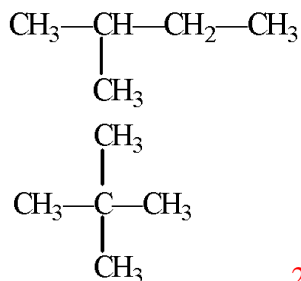
Промотирование (проскок) электрона с заполненной $2s^2$ на $2p$ – электрон поднимается по энергии, но эти затраты компенсируются образованием 4 связей (при образовании связи энергия выделяется).

0.5 балла за идею об образовании конфигурации $2s^1 2p^3$, 0.5 балла за идею о том, что энергия, затраченная на возбуждение электрона, компенсируется 4 связями.

При рассмотрении органических молекул очень полезным может оказаться поиск степени окисления атома углерода.

4. Нарисуйте все возможные изомеры с молекулярной формулой C_5H_{12} (3 балла)

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ н-пентан



2- метилбутан

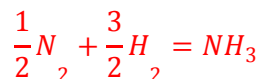
2,2-диметилпропан

5. Какая степень окисления каждого атома углерода в этаноле? (CH₃CH₂OH) (1 балл)
 Атом в CH₃ -3; атом в CH₂OH -1 (две связи с водородом, одна с кислородом: -2+1= -1).
 1 балл за полное соответствие. 0 баллов если хотябы одна С.О. неверная.

№11-5-2019 район. 9 баллов.

Рассмотрим реакцию восстановления азота до аммиака.

1. Напишите реакцию восстановления азота до аммиака (1 моль) с помощью водорода.
 (1,5 балла)



1,5 балла за реакцию образования 1 моль аммиака, 0.75 балла если коэффициенты отсутствуют, неправильные или указаны для образования двух молей аммиака.

2. Рассчитайте изменение энтальпии для этой реакции (2 балла)

$$\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ(NH_3) - \left(\frac{3}{2} \Delta_f H^\circ(H_2) + \frac{1}{2} \Delta_f H^\circ(N_2) \right) = -45.9 - (0 + 0) = -45.9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

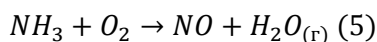
2 балла за значение -45.9 кДж/моль

Справочные данные:

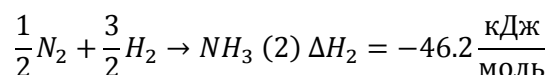
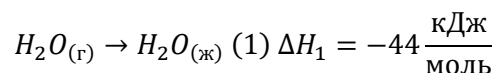
Соединение	$\Delta_f H^\circ$ (кДж/моль)
N ₂	0
H ₂	0
NH ₃	-45.9

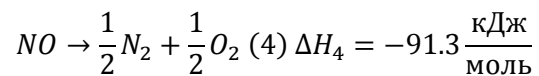
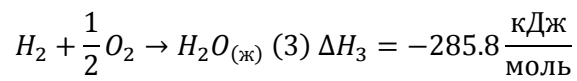
Известно что, если изменение энтальпии отрицательная величина – теплота выделяется. Также, в термохимии существует закон (закон Гесса), который гласит, что для расчетов, любую реакцию можно представить как сумму других реакций с определенными коэффициентами. При этом, тепловой эффект финальной реакции будет равен идентичной сумме тепловых эффектов суммируемых реакций с теми же коэффициентами.

Иными словами, реакцию:

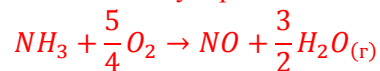


Можно представить как сумму реакций:





3. Покажите, как реакцию (5) можно получить из реакций (1), (2), (3) и (4) (2,5 балла)
Во-первых, необходимо уравнять изначальную реакцию:



Если провести следующий ряд операций:

$$-\frac{3}{2} * (1) - (2) + \frac{3}{2} * (3) - (4)$$

То можно получить реакцию (5).

2,5 балла за правильный набор коэффициентов (существует единственный способ сложить 4 реакции так, чтобы получилась 5ая).

4. Посчитайте изменение энтальпии реакции (5). Выделяется ли тепло в ходе данной реакции? (3 балла)

Следуя предыдущему пункту:

$$\begin{aligned} \Delta H_5 &= -\frac{3}{2}\Delta H_1 - \Delta H_2 + \frac{3}{2}\Delta H_3 - \Delta H_4 = -\frac{3}{2} * (-44) - (-46.2) + \frac{3}{2} * (-285.8) - (-91.3) \\ &= -225.2 \text{ кДж/моль} \end{aligned}$$

2 балла за значение энтальпии, полученное в соответствии с коэффициентами, указанными в пункте 3 (даже если они неверные). Поскольку энтальпия отрицательная – теплота выделяется. (1 балл за соответствие с полученным знаком).