

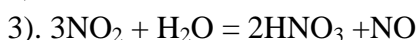
**Решения заключительного этапа  
университетской олимпиады школьников «Бельчонок»**

**Химия. 11 класс**

**Вариант 1**

**Задача 1.**

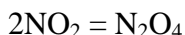
а) Один из возможных вариантов расшифровки: А — азот, Б — кислород, В — водород. И ряд уравнений запишется так:



б) Азотная кислота была получена в алхимический период, поэтому процесс, описываемый реакцией 4, был известен алхимикам. Реакция 1 требует очень высоких температур, например, протекает в тлеющем разряде. Такие температуры были недоступны алхимикам, но во время грозы в воздухе в стволе молнии идет образование NO.

**Задача 2.**

1. Запишем уравнение реакции димеризации



и выражение для константы равновесия через парциальные давления газов в момент равновесия:

$$K_{\text{равн.}} = p(N_2O_4) / p^2(NO_2),$$

где  $p(N_2O_4) = x \cdot P_{\text{общее}}$ ,  $x$  – мольная доля  $N_2O_4$ , тогда  $p(NO_2) = (1-x) \cdot P_{\text{общее}}$

2. Определим число молей газовой смеси в момент равновесия по уравнение Клапейрона-Менделеева:  $n = pV/RT = 0,3$  моль.

3. Найдем число моль  $NO_2$ :  $6,9/46 = 0,15$  моль

Рассчитаем  $x$   $0,3/0,15 = 0,5$ ,

4. Рассчитаем константу равновесия:

$$K_{\text{равн.}} = 0,5 \cdot 0,15 \cdot 10^6 / 0,5^2 \cdot (0,15 \cdot 10^6)^2 = 1,33 \cdot 10^{-5}$$

**Задача 3.**

Поскольку в темноте реакция исходного соединения с хлором не протекала, можно сделать вывод, что вещество является алканом.

$(13,78 - 10) / 18 \cdot 2 = 0,42$  моль – количество водорода в сожженной навеске.

$(28,58 - 20) / 44 = 0,195$  моль – количество углерода в сожженной навеске.

$C_nH_{2n+2}$  – общая формула. Следовательно:

$0,42 / 0,195 = 2,1538$  – отношение количества атомов H/C.

$$2,1538 = (2n + 2) / n$$

$$2,1538n - 2n = 2$$

$n = 13$  Следовательно, формула соединения –  $C_{13}H_{28}$ .

Количество вещества  $C_{13}H_{28}$  в хлорированной навеске составляет:

$$5,52 / 2 / 184 = 0,015 \text{ моль}$$

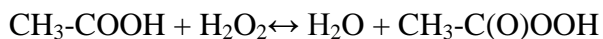
Количество хлора находим из уравнения Клапейрона-Менделеева (переводим объем в литры, температуру – в градусы Кельвина):

$$0,0002 \cdot 185728 / (8,31 \cdot 298) = 0,015 \text{ моль.}$$

Следовательно, хлор взят в эквимольном количестве, образуется только моноклорпроизводное. Поэтому единственный изомерный углеводород, образующий только одно моноклорпроизводное – 2,2,4,4-тетраметил-3,3-третбутилпентан.

#### Задача 4.

Реакция пероксида водорода с уксусной кислотой протекает по уравнению:



Рассчитаем количества веществ, находящихся в равновесии:

$$n(\text{CH}_3\text{-COOH}) = 8,110 / 60 = 0,1352 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = 4,596 / 34 = 0,1352 \text{ моль}$$

$$n(\text{CH}_3\text{-C(O)OOH}) = 2,324 / 76 = 0,0306 \text{ моль}$$

Выразим молярные концентрации:

$$C_M(\text{CH}_3\text{-COOH}) = C_M(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,1352 / 0,220 = 0,6145 \text{ моль/л}$$

$$C_M(\text{CH}_3\text{-C(O)OOH}) = 0,1391 \text{ моль/л}$$

Рассчитаем константу равновесия:

$$K = 0,1391 / (0,6145 \cdot 0,6145) = 0,37$$

#### Задача 5.

Молекула о,о'-динитродифеновой кислоты содержит объемные заместители в соседнем положении от связи между бензольными кольцами. Эти заместители препятствуют свободному вращению вокруг данной связи, что делает возможным существование двух изомеров (атропомеров) данного соединения, являющихся зеркальными отображениями друг друга. Как известно, оптические изомеры способны вращать плоскость поляризации света, причем у «левых» и «правых» изомеров абсолютная величина удельного вращения одна и та же, но направления вращения противоположные. В разных банках, которые принес Дмитрий, находятся разные атропомеры динитродифеновой кислоты, поэтому плоскость поляризации вращается ими в противоположные

