

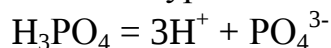
Химия. 11 класс

2 вариант

Ответы

Задача 1.

1. Запишем уравнение диссоциации серной кислоты:



2. $C(\text{H}^+) = C(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot \alpha \cdot 3 = 0,08 \cdot 0,50 \cdot 3 = 0,120$ моль/л

$C(\text{PO}_4^{3-}) = C(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot \alpha \cdot 1 = 0,08 \cdot 0,50 \cdot 1 = 0,040$ моль/л

3. В 3 л содержится $3 \cdot 0,12 = 0,36$ моль H^+

В 3 л содержится $3 \cdot 0,04 = 0,12$ моль PO_4^{2-}

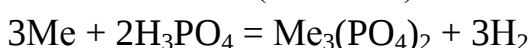
4. $N(\text{H}^+) = 0,36 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,17 \cdot 10^{23}$ ионов

5. $N(\text{PO}_4^{3-}) = 0,12 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,72 \cdot 10^{23}$ ионов

6. $\Sigma(\text{ионов}) = 2,17 \cdot 10^{23} + 0,72 \cdot 10^{22} = 2,89 \cdot 10^{23}$ ионов

7. $N_{\text{молекул}} = 0,08 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,72 \cdot 10^{23}$ молекул

8. Запишем уравнение реакции взаимодействия металла с кислотой в общем виде (ст.ок. +2):



9. $n(\text{H}_2) = 1,344/22,4 = 0,06$ моль

10. $n(\text{H}_2) = n(\text{Me}) = 0,06 \Rightarrow M(\text{Me}) = 24 - \text{Mg}$

11. По УХР $n(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = n(\text{Mg})/3 = 0,02$ моль $\Rightarrow$
 $m(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2)_{\text{теоретич.}} = 0,02 \cdot 262 = 5,24$ г

12. Рассчитываем выход соли $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$: $\eta = m(\text{практич.})/m(\text{теоретич.}) \cdot 100\% = 5/5,24 \cdot 100\% = 95,4\%$.

Задача 2.

1. Запишем уравнение реакции:



2. Запишем выражение для парциального давления азота:

$p_{\text{NH}_3} = x_{\text{NH}_3} \cdot P$, где $x_{\text{NH}_3} = n_{\text{NH}_3}/n_{\text{смеси}}$ – мольная доля аммиака в газовой смеси в момент равновесия.

Мольная доля азота и водорода (суммарно) тогда равна $1 - x_{\text{NH}_3}$, а поскольку они взяты в стехиометрическом соотношении 1:3, тогда

$$x_{\text{H}_2} = 0,25 \cdot (1 - x_{\text{NH}_3}), \quad x_{\text{N}_2} = 0,75 \cdot (1 - x_{\text{NH}_3}).$$

3. Подставим в уравнение константы

$$\frac{1}{\sqrt{K}} = \frac{p_{N_2}^{\frac{1}{2}} p_{H_2}^{\frac{3}{2}}}{p_{NH_3}} = 85,82.$$

$$\frac{0,75^{0,5} \cdot (1-x)^{0,5} \cdot P^{0,5} \cdot 0,25^{1,5} \cdot (1-x)^{1,5} \cdot P^{1,5}}{x \cdot P} = 85,82$$

Решив уравнение, получаем $x=0,093$.

4. Пусть изначально взят 1 моль азота и 3 моль водорода, и в момент равновесия образовалось a моль аммиака, тогда общее число моль газов в системе в момент равновесия: $1-a + 3 - 3a + 2a = 4-2a$. Отсюда найдем a - число моль аммиака в системе (исходя из найденной его мольной доли):

$x_{NH_3} = n_{NH_3}/n_{смеси}$; $0,093 = a/(4-2a)$; $a = 0,31$ моль. Выход аммиака равен отношению количества образовавшегося аммиака к теоретически возможному из 1 моль азота, т.е. 2 моль. Выход аммиака $0,31/2 = 15,5$ мол. % = 15,5 об. %.

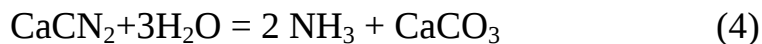
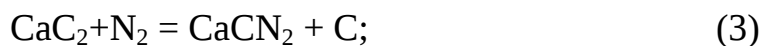
5. $K = (1/85,82)^2 = 1,4 \cdot 10^{-4}$.

6. Другие процессы фиксации атмосферного азота:

- биологический (микроорганизмами почвы, содержащими фермент нитрогеназу) – протекает эффективно при обычных условиях (температуре и давлении окружающей среды);
- синтез аммиака из азота и кислорода – возможен только при температуре электрической дуги, требует очень большого расхода энергии, к тому же NO при высокой температуре легко диссоциирует на исходные вещества;
- цианамидный синтез аммиака – идет при температуре около 1000 °C (1-я стадия), требует высокого расхода энергии, применялся в 30-х гг. прошлого века.

Уравнения:





Задача 3.

1. Найдем количества А и В в газовых смесях:

$$(n(\text{A}) + n(\text{B})) \cdot 22,4 = 0,336 \text{ л}$$

$$n(\text{A}) + n(\text{B}) = 0,015 \text{ моль}$$

В смеси I:

$$n(\text{A}) = 2n(\text{B}) \Rightarrow 3n(\text{B}) = 0,015 \text{ моль}$$

$$n(\text{B}) = 0,005 \text{ моль}, n(\text{A}) = 0,01 \text{ моль}$$

Пусть А – C_xH_y , В – C_nH_m . Тогда для углерода:

$$(0,01x + 0,005n) \cdot 22,4 = 1,12$$

$$0,01x + 0,005n = 0,05$$

$$2x + n = 10$$

В смеси II все наоборот:

$$n(\text{B}) = 2n(\text{A}) \Rightarrow 3n(\text{A}) = 0,015 \text{ моль}$$

$$n(\text{A}) = 0,005 \text{ моль}, n(\text{B}) = 0,01 \text{ моль}$$

$$(0,005x + 0,01n) \cdot 22,4 = 1,232$$

$$0,005x + 0,01n = 0,055$$

$$x + 2n = 11$$

$$\Rightarrow x = 3, n = 4$$

Аналогично для водорода:

$$0,01 \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot y + 0,005 \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot m = 0,630$$

$$2y + m = 14$$

$$0,005 \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot y + 0,01 \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot m = 0,720$$

$$y + 2m = 16$$

$$y = 4, m = 6$$

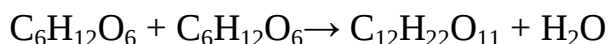
А – C_3H_4 , В – C_4H_6

2. Низкое отношение Н/С указывает на ненасыщенность обоих соединений. В реакцию с аммиачным раствором оксида серебра с

образованием крайне взрывчатых ацетиленидов вступают только алкины с концевой тройной связью. Значит, вещество А: $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$ пропин, В: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH}$ – бутин-1

Задача 4.

1. Запишем реакцию образования дисахарида из глюкозы и фруктозы:



2. Переведем величины:

$$Q_{\text{сгорания}}(\text{глюкоза}) = 15646 / 1000 \cdot 180 = 2816,28 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_{\text{сгорания}}(\text{фруктоза}) = 15644 / 1000 \cdot 180 = 2815,92 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_{\text{сгорания}}(\text{сахароза}) = 16553 / 1000 \cdot 342 = 5661,13 \text{ кДж/моль}$$

3. Рассчитаем теплоту образования дисахарида, исходя из уравнения реакции:

$$Q = 2816,28 + 2815,92 - 5661,13 = -28,93 \text{ кДж/моль}$$

4. Как видно из расчетов, при образовании дисахарида теплота поглощается. Следовательно, при обратном процессе – гидролизе сахарозы на глюкозу и фруктозу – данная теплота будет выделяться. Соответственно, столовый сахар (сахароза) более калориен, чем смесь равных количеств глюкозы и фруктозы той же массы.

Задача 5.

Поскольку вещество А способно образовывать хлорангидрид с PCl_5 , то оно является карбоновой кислотой. Образование гексахлорангидрида позволяет предположить наличие 6 карбоксильных групп. Тогда можно записать структурную формулу соединения и реакцию его образования из графита (1), а также реакции образования монохлорагидрида (2) и гексахлорангидрида (3). Образование меллитовой кислоты, являющейся

ароматической карбоновой кислотой, обусловлено sp^2 -гибридизацией атомов углерода в кристаллической решетке графита.

