## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Определите состав реакционной смеси до и после реакции. Составьте таблицу материального баланса.
2. Рассчитайте ΔН0298, ΔS0298, ΔG0298 химической реакции. Возможно ли осуществить реакцию при 473 К?
3. Определите скорость и время реакции с учетом степени превращения и выхода продукта.
4. Определите рН среды после реакции.

## ВАРИАНТЫ СЕМЕСТРОВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ II СЕМЕСТРА

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Реакция | Содержание растворен- ного компо- нента в рас- творе | Объем рас- твора ком- понентаV, л | Масса рас- твора ком- понента m, кг | Плотность раствора компонента, г/ мл | Степень конверсии, | Выход продукта реакции *η* , % |  | Константа скоро- сти реакцииК, л/(моль мин) при |
| А | В | А | В | А | В | А | В | А | В | Т2 | Т1 |
| 74 | H3PO4+NaOH H2NaPO4+H2O | 4н | 4М | 1,5 | - | - | 1,6 | 1,23 | 1,21 | 0,80 | - | - | 3,0 | 25 оСk =0,7 | - |

***Задание 1***

***Определите состав реакционной смеси до и после реакции с учетом выхода продуктов реакции. Составьте таблицу материального баланса.***

Дано:

1 Химическая реакция для расчета материального баланса

H3PO4+NaOH H2NaPO4+H2O

2. Характеристики исходных растворов

Сн H3PO4) = 4 моль/л; Vр-ра(H3PO4) = 1,5 л; р-ра(H3PO4) = 1,23 г/мл; α = 0,80.

СМ(NaOH) = 4 моль/л; mр-ра(NaOH) = 1,6 кг; ρр-ра(NaOH) = 1,21 г/мл;

|  |  |
| --- | --- |
| **Проведем расчет веществ приходящих в реакцию (Исходные вещества) *Приход:*** | **Проведем расчет веществ образовавшихся в реакции (Продукты реакции) *Расход:*** |
| 1. Масса приходящего раствора H3PO4:

mр-ра(H3PO4) = Vр-ра(H3PO4)·ρр-ра(H3PO4) = 1500·1,23 = 1845 г.1. Количество H3PO4 в приходящем растворе:

ν(H3PO4) = Сн(H3PO4)·fЭ(H3PO4)·Vр-ра(H3PO4) = 4·1·1,5 = 6 моль. 1. Масса H3PO4 в приходящем растворе:

m(H3PO4) = ν(H3PO4)·M(H3PO4) = 6·98 = 588 г.1. Масса воды в приходящем растворе хлорида аммония H3PO4:

m(H2O) = 1845 – 588 = 1257 г.1. Объем приходящего раствора щелочи (NaOH):

1. Масса вещества NaOH в приходящем растворе:

m(NaOH) = СМ(NaOH)·М(NaOH)·Vр-ра(NaOH) = 4·40·1,3223 = 211,6 г.1. Количество NaOH в приходящем растворе:
2. Масса воды в растворе щелочи:

m(H2O) = 1600 – 211,6 = 1388,4 г.1. Количество прореагировавшего H3PO4 с учетом его степени конверсии:

ν(H3PO4)прор = ν(H3PO4)·α(H3PO4) = 6·0,80 = 4,8 моль. 1. Количество непрореагировавшего NaOH:

ν(H3PO4)непрор = 6 – 4,8 = 1,2 моль.1. Масса непрореагировавшего NaOH:

m(H3PO4)непрор = ν(H3PO4)непрор· M(H3PO4) = 1,2·98 = 117,6 г.1. Количество непрореагировавшего NaOH:

ν(NaOH)непрор = 5,29 – 4,8 = 0,49 моль.1. Масса непрореагировавшего NaOH:

m(NaOH)непрор = ν(NaOH)непрор· M(NaOH) = 0,49·40 = 19,6 г. | 1. Масса образовавшегося H2NaPO4:

m(H2NaPO4) = ν(H2NaPO4)·M(H2NaPO4) = 4,8·120 = 576 г.1. Масса образовавшейся воды:

m(H2O) = ν(H2O)·M(H2O) = 4,8·18 = 86,4 г. |

## Материальные баланс

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Состав реакционной смеси | Приход | Состав реакционной смеси | Расход |
| m, г | моль | ω, % | m, г | моль | ω, % |
| 1. | H3PO4 | 588 | 6 | 17,07 | 1. | H3PO4 | 117,6 | 1,2 | 3,41 |
| 2. | NaOH | 211,6 | 5,29 | 6,14 | 2. | NaOH | 19,6 | 0,49 | 0,57 |
| 3. | H2O, в том числе: | 2645,4 | 146,97 | 76,79 | 3. | H2NaPO4 | 576 | 4,8 | 16,72 |
|  | с раствором H3PO4 | 1257 |  |  | 4. | H2O, в том числе: | 2731,8 | 151,8 | 79,30 |
|  | с раствором NaOH | 1388,4 |  |  |  | реакционной | 86,4 | 4,8 |  |
|  |  |  |  |  |  | из исходных растворов | 2645,4 | 146,97 |  |
|  | Итого (сумма п.п. 1+2+3) | 3445 | 158,26 | 100 |  | Итого: | 3445 | 158,26 | 100 |

\* - ***количество молей приходной и расходной частей могут быть неравными***.

# Задание 2.

Рассчитайте энергию Гиббса, энтальпию, энтропию данного процесса при температуре 298 К. Возможна ли данная реакция при температуре 473 К?

1. Определяем энтальпию данной реакции при Т=298 К:

-1544,90-285,83+1266,90+426,35=-37,48 кДж/моль.

1. Определяем энтропию данной реакции при Т=298 К:
2. Определяем энергию Гиббса при Т = 298 К:

ΔG0298 = ΔН0298 - ТΔS0298

ΔG0298 = –37,48– 298·(–67,74·10–3) = –17,29 кДж/моль.

Так как ΔG0298 <0, то данная реакция возможна при температуре Т=298 К.

ΔG0473 = –37,48– 473·(–67,74·10–3) = –5,44 кДж/моль.

При Т=473 К данная реакция также возможна.

***Задание 3****.* Определите скорость и время реакции с учетом выхода продукта. Константа скорости реакции К=0,7 л/(моль·мин).

1. Масса раствора после реакции:

mр-ра = mр-ра(H3PO4)+mр-ра(NaOH) = 1845+1600 = 3445 г.

Так как концентрации веществ в растворе незначительны, то плотность раствора принимаем за 1 г/мл, отсюда:

Vр-ра = 3445 мл = 3,445 л.

Время реакции:

где К – константа скорости реакции; СА, СВ – начальные концентрации реагирующих веществ, моль/л; ХА, ХВ – количество молей реагирующих веществ, вступивших в реакцию к моменту времени .

1. Концентрация веществ до реакции:
2. Концентрация веществ после реакции:
3. Время реакции:

 мин.

1. Скорость реакции по H3PO4:

***Задание 4***. Определите рН среды после реакции.

После завершения реакции в растворе присутствуют вещества: H3PO4, NaOH, H2NaPO4. На реакцию среды могут влиять NaOH, H2NaPO4 и

H3PO4.

H3PO4 и H2NaPO4 образуют буферный раствор слабой кислоты и ее соли, рН которых определяется уравнением:

Рассчитаем общую концентрацію буферного раствора:

Рассчитаем буферную ёмкость этого раствора:

Найдем концентрацию NaOH в растворе и как он изменяет рН буферного раствора:

Таким образом, рН раствора:

рНр-ра = рН + ΔрН = 2,75+0,22 = 2,97.