Государственное профессиональное образовательное автономное учреждение Ярославской области

«Ярославский промышленно-экономический колледж им. Н.П. Пастухова»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОЙДНАЯ ХИМИЯ»**

2018

 Введение

 Данное методическое указание предназначено для студентов 2 курса специальностей «Аналитический контроль качества химических соединений», «Переработка нефти и газа», «Биохимическое производство». Залог успешного обучения - это самостоятельная работа учащегося. Решая задачи, студенты не только активно овладевают содержанием курса, но и приобретают умение мыслить творчески.

 Методическое указание включает следующие темы: «Молекулярно-кинетическая теория», «Химическая термодинамика», «Химическая кинетика», «Физико-химическое равновесие».

Разработчик: Блинов Е.М. , преподаватель.

**Содержание**

Раздел 1. Молекулярно-кинетическая теория…………………………………5

1.1 Основные формулы и обозначения………………………………………...5

1.2 Примеры решения задач…………………………………………………….6

1.3 Задачи для самостоятельного решения…………………………………….9

Раздел 2. Термохимия…………………………………………………………..10

2.1 Основные формулы и обозначения………………………………………..10

2.2 Примеры решения задач……………………………………………………12

2.3 Задачи для самостоятельного решения……………………………………14

Раздел 3. Кинетика………………………………………………………………15

3.1 Основные формулы и обозначения………………………………………...15

3.2 Примеры решения задач…………………………………………………….15

3.3 Задачи для самостоятельного решения…………………………………….17

Раздел 4. Физико-химическое равновесие. Кинетические свойства растворов…………………………………………………………….…………...18

4.1 Основные формулы и обозначения………………………………………...18

4.2 Примеры решения задач…………………………………………………….19

4.3 Задачи для самостоятельного решения…………………………………….21

Список используемых источников……………………………………………..22

 Раздел 1. Молекулярно-кинетическая теория.

* 1. Основные формулы и обозначения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Обозначение | Размерность |
| Абсолютная температура | T | К |
| Давление | Р | Па |
| Объем | V | м3 |
| Плотность | ρ | кг/м3 |
| Концентрация | С | моль/м3 |
| Молярная масса | M | г/моль |
| Количество вещества | N | моль |
| Парциальное давление | Pi | Па |

 Стандартные условия: T = 298 К, P = 101325 Па.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название закона | Математическая запись | № |
| Уравнение Менделеева-Клапейрона | PV = (m/M)RT = nRT | (1) |
| Объединенное уравнение газовых законов | P1V1/T1 = P2V2/T2 = const | (2) |
| Закон Дальтона | Pi = niRT/V = miRT/(MiV)Pi = (ni/V)RT = ciRTPi = xiP | (3)(4)(5) |
| Формулы для расчета плотности газа | ρ = PM/(RT)c = P/(RT)c = ρ/Mρ2 = ρ1P2T1/(P1T2) | (6)(7)(8)(9) |

 1.2 Примеры решения задач

1). Какова плотность газа при 300 C° и 1,3 МПа, если плотность при стандартных условиях 2,153 кг/м3?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано: t2 = 300 C° P2 = 1,3 Мпаρ1 = 2,153 кг/м3 | Решение:Стандартные условия: T = 298К, P = 101325 Па.Переводим значение температуры и давления в единицы измерения СИ: T = 300 C° + 273 = 573 К; P = 1300000 Па.Ведем расчет по формуле (9):ρ2 = ρ1P2T1/(P1T2)ρ = 2,153 ∙ 1300000 ∙ 298/(101325 ∙573) = 14,4 кг/м3 |
| Найти:ρ2 - ? |

 2). При давлении 5,20 МПа и температуре 245 C° определите плотность и концентрацию ацетилена.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано: t = 245C° P = 5,2 Мпа | Решение:Переводим значение температуры в единицы измерения СИ: T = 245 C° + 273 = 518 К; P = 5200000 Па.Ведем расчет по формулам (6) и (7):ρ = PM/(RT)ρ = 5200000∙0,026/(8,314∙518) = 31,4 кг/м3c = P/(RT)с = 5200000/(8,314∙518) = 1,207∙103 моль/м3 |
| Найти:ρ2 - ? |

 3). Пары 0,024 кг вещества при 27 ℃ и давлении 912 мм.рт.с. занимают пространство объемом равным 0,025$ м^{3}$. Какова молярная масса этого вещества.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:m=0,024 кгt = 27℃P = 912 мм.рт.сV = 0,025 $м^{3}$ | Решение: n = $\frac{PV}{RT} $M=$\frac{m}{n}$ Переводим давление и температуру в единицы измерения СИ:1 мм.рт.с=133 Па ; P= 133 ∙ 912=121296 ПаТ= t + 273=27+273=300°Kn = $\frac{PV}{RT}$ = $\frac{121296×0,025}{8,314×300}$ = 1,22 мольМ = $\frac{24}{1,22}$ = 20 г/м3 |
| Найти:М=? |

 4). В газгольдере, вместимостью 2000 $м^{3}$поддерживается постоянное избыточное давление равное 975 мм.рт.с. Определить массу содержавшегося ацетилена зимой при -43 ℃ и летом 37 ℃.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:V = 2000$м^{3}$Р = 975 мм.рт.с.$t\_{1}$= -43℃$t\_{2}$= 37℃.С2Н2 - ацетилен | Решение:m = M ∙ n ; Mацетилена = 26 г/моль n =$ \frac{PV}{RT}$ Перевод давления и температуры в единицы измерения СИ:P = 133∙975 = 129675 Па $T\_{1}$= -43 + 273 = 230 °K$T\_{2}$= 37 + 273 = 310°K1. n =$ \frac{129675×2000}{8,314×230}$ = 135628 моль

m = 26 ∙ 135628 = 3526328 г = 3526,328 кг1. n = $\frac{129675×2000}{8.314×310}$ = 100627 моль

m = 26 ∙ 100627 = 2616302 г = 2616,302 кг |
| Найти:m = ? |

 5). Рассчитайте парциальное давление при 350 ℃ и давлении 1,2 МПа компонентов газовой смеси, приготовленной смешением пропена, аммиака и кислорода в обычном состоянии 25:3:6.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:t = 350 ºCP = 1,2МПаСоотношение газов в смеси 25:3:6 | Решение:Необходимо рассчитать значения объемных долей компонентов указанной смеси.$P\_{i}= P\_{CM}×X\_{i}$25+3+6= 34 – всего частей $X\_{i}(C\_{3}H\_{6}$)= $\frac{25}{34}$ = 0,74$X\_{i}$($NH\_{3}$)=$ \frac{3}{34}$ = 0,088 $X\_{i}$($O\_{2}$)=$ \frac{6}{34}$ = 0,18После чего находим парциальные давления каждого газа.$P\_{i}$($C\_{3}H\_{6}$)=1,2×0,74=0,89 МПа = 8,9 × $10^{5}$Па$P\_{i}$($NH\_{3})$=1,2×0,088=0,11 МПа = 1,1 × $10^{5}$Па$P\_{i}$($O\_{2}$)=1,2×0,18=0,22 МПа = 2,2 × $10^{5}$Па |
| Найти:Pi = ? |

 6). Смесь газов, описанная в предыдущем задании помещена в реактор при температуре равной 400℃ и давлении равному 2,5 МПа. Рассчитать молярные концентрации компонентов на входе в реактор.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:t = 400℃P = 2,5 МПа | Решение:Перевод давления и температуры в единицы измерения СИ:P = 2,5 Мпа = 25 ∙$ 10^{5}$ ПаТ=$ t+$273 =400+273=673°КИз решения предыдущей задачи:$X\_{i}(C\_{3}H\_{6}$) = 0,74 $X\_{i}$($NH\_{3}$) =$ $0,088 $X\_{i}$($O\_{2}$) =$ $0,18С = P/(RT) ; Ci = Pxi/(RT)$С\_{i}$($C\_{3}H\_{6}$)=$\frac{25×10^{5} × 0,74}{8,314×673}$=330,6 $\frac{моль}{м^{3}}$$С\_{i}$($NH\_{3})$=$ \frac{25×10^{5} × 0,088}{8,314×673}$=39,3 $\frac{моль}{м^{3}}$$С\_{i}$($O\_{2}$)=$ \frac{25×10^{5} × 0,18 }{8,314×673}$=80,4 $\frac{моль}{м^{3}}$ |
| Найти:С ($C\_{3}H\_{6}$) = ?С ($NH\_{3}) $= ?С ($O\_{2}$) = ? |

 7). При нитровании пропана получили смесь газового состава в объемных процентах: нитрометан-27%, нитроэтан-11%, нитропропан-62%. Какова плотность этой смеси при 300℃ и давлении 1,3МПа.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:T = 400 ℃P = 1,3 МПа$CH\_{3}NO\_{2} - $27%$C\_{2}H\_{5}NO\_{2}-$11%$C\_{3}H\_{7}NO\_{2}- $62% | Решение:ρ = $\frac{MP}{RT}$ Перевод температуры и давления в единицы измерения СИ:P = 1,3× $10^{6}$Па Т=573°KМ= М$(CH\_{3}NO\_{2})$×$ X\_{i}$ + $(C\_{2}H\_{5}NO\_{2}$)$ $×$ X\_{i}$ + $(C\_{3}H\_{7}NO\_{2}$)$ $×$ X\_{i}=$ 61∙0,27 + 75∙0,11 + 89∙0,62 = 0,08 г/мольρ = $\frac{0,08×1,3×10^{6}}{8,314×573}$= 21,8 $^{л}/\_{м^{3}}$ |
| Найти: $P\_{CM} $= ? |

 1.3 Задачи для самостоятельного решения.

 1). Определить парциальное давление этилбензола в смеси с его водяным паром на входе в реактор дегидрирования, если на 1 кг этилбензола приходится 2,6 кг воды. Давление смеси составляет 780 мм.рт.с.

 2). Содержание аммиака в аммиачно-воздушной смеси, поступающей в контактный аппарат для окисления аммиака составляет 11%. Каковы парциальные давления аммиака и кислорода в этой смеси, если давление равняется 0,73МПа. Содержание кислорода в воздухе принять равным 21%.

 3). Плотность оксида углерода при 800 ℃ равна 7,1 $^{кг}/\_{м^{3}}$. Определить давление и концентрацию газа.

Раздел 2. Химическая термодинамика.

* 1. Основные формулы и обозначения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Обозначение | Размерность |
| Теплота | Q | Дж |
| Теплоемкость | C | Дж/К |
| Энтальпия | H | Дж/моль |
| Энтропия | S | Дж/К |
| Энергия Гиббса | G | Дж/моль |

Стандартные условия: T = 298К, P = 101325 Па.

Формула Коновалова:

ΔH°сг 298 = - (408,4n + 44,4m + Ʃx), где

n – количество кислорода (моль) , небходимое для полного сгорания 1 моль рассматриваемого вещества;

m – количество образующейся жидко воды (моль);

Ʃx – сумма термических характеристик межатомных связей молекулы рассматриваемого вещества (см. Таблица 1).

Таблица 1 – Численные значения термической характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Группы атомов или тип связи | Х, кДж/моль |
| Одинарная связь | C – C | 0 |
| Двойная связь | С = С | 87,9 |
| Тройная связь | С ≡ С | 213,4 |
| Фенильная группа | R – C6H6 | 100,4 |
| Спиртовая группа | R – CH2OH | 50,2 |
| Простые эфиры | R – O – R | 87,9 |
| Альдегидная группа | R – CHO | 75,3 |
| Кетогруппа | R – CO – R | 50,2 |
| Кислотная группа в одноосновной кислоте | R – COOH | 0 |
| Кислотная группа в двухосновной кислоте | HOOC – R – COOH | 12,6 |

 Следствие 1 из закона Гесса: тепловой эффект химической реакции равен разности сумм теплот образования продуктов реакции и исходных веществ, умноженных на стехиометрические коэффициенты.



 Следствие 2 из закона Гесса: тепловой эффект химической реакции равен разности сумм теплот сгорания исходных веществ и продуктов реакции, умноженных на стехиометрические коэффициенты.



 Уравнение Кирхгоффа:

∆HT = ∆H0298 + ∆Cp(T – 298)

 Такие данные как стандартные теплоты сгорания, образования, теплоемкости при определенной температуре, энтропии находятся в справочнике. «Краткий справочник физико-химических величин.» Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. Составители: Н.М. Барон, А.М. Пономарева, А.А. Равдель, З.Н. Тимофеева.

 2.2 Примеры решения задач.

 1). 4NH3(г)+3O2(г)=2N2(г)+6H2O(ж). Определить энтальпию тепловой эффект реакции при 25℃.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:$∆Н\_{0}(NH\_{3}$)= - 46,19 $\frac{кДж}{моль}$$∆Н\_{0}(O\_{2}$)= 0 $\frac{кДж}{моль}$$∆Н\_{0}(N\_{2}$)= 0 $\frac{кДж}{моль}$$∆Н\_{0}(Н\_{2}О\_{}^{}$)= - 285,84 $\frac{кДж}{моль}$ | Решение:Так как температура процесса составляет 25 ºС, то для решения можно воспользоваться следствием 1 из закона Гесса. Энтальпии образования простых веществ равны 0, энтальпию образования аммиака и воды находим в справочнике. $∆Н\_{298}$ = Σ $∆Н\_{обр}^{298}$- Σ $∆Н\_{исх}^{298} ∆H= -Q$$∆Н\_{298}$= 2×0 + (-285,84 × 6) - 4×(- 46,19)+0×3= -1520 $\frac{кДж}{моль}$Q=1520 $\frac{кДж}{моль}$ |
| Найти:$∆Н\_{298}$ = ?Q=? |

 2). Вычислить энтальпию и тепловой эффект реакции CaC2(крист)+H2O(ж)=C2H2(г)+Ca(OH)2(крист), если энтальпией образования равны:
CaC2 = -62,7 кДж/моль
H2O = -285,84 кДж/моль
Ca(OH)2 = - 986,2 кДж/моль
C2H2 = 226,75 кДж/моль

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:$∆Н\_{0}(Н\_{2}О\_{}^{}$)= - 285,84 $\frac{кДж}{моль}$$∆Н\_{0}(CaC\_{2}$)= - 62,7 $\frac{кДж}{моль}$$∆Н\_{0}(Ca(OH)\_{2}$)= -986,2 $\frac{кДж}{моль}$$∆Н\_{0}(C\_{2}H\_{2}$)= 226,75 $\frac{кДж}{моль}$ | Решение:Пользуемся следствием 1 из закона Гесса. $CaC\_{2}$(крист)$ +2Н\_{2}О$=$C\_{2}H\_{2}$(г)+$ Ca(OH)\_{2}$(ж)$∆Н\_{298}$ = Σ $∆Н\_{обр}^{298}$- Σ $∆Н\_{исх}^{298}$ $∆H= -Q$$∆Н\_{298}$=(226,75 + (-986,2)) - (-62,7+2(-285,84)= -125,07 $\frac{кДж}{моль}$Q=125,07 $\frac{кДж}{моль}$ |
| Найти:$∆Н\_{298}$ = ?Q=? |

3). Определите энтропию системы при нормальных условиях, если она состоит из 0,25кг этанола, 0,15кг метанола и алюминиевой стружки, массой 74г.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:m(C2H5OH) = 0,25 кгm(CH3OH) = 0,15 кгm(Al) = 74 г | Решение:Найдем количество этанола, метанола и алюминия:n = m/Mn(C2H5OH) = 250/46 = 5,43 мольn(CH3OH) = 150/32 = 4,69 мольn(Al) = 74/27 = 2,75 мольПользуясь справочником выписываем значение энтропии для веществ при 25ºС:∆S(C2H5OH) = 160,67 Дж/(моль∙К)∆S(CH3OH) = 126,78 Дж/(моль∙К)∆S(Al) = 28,33 Дж/(моль∙К)Энтропия – величина аддитивная, то есть ее значение равно сумме отдельных составляющих системы: ∆Sсистемы = (4,69∙126,78) + (5,43∙160,67) + (28,33∙2,75) = 1544,9 Дж/(моль∙К) |
| Найти: ∆Sсистемы - ?  |

 4). Пользуясь формулой Коновалова, рассчитайте удельную теплоту сгорания газообразного ацетона.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:Ацетон(СН3СОСН3)Х(кетогруппа) = 50,2 кДж/моль | Решение:Запишем уравнение сгорания ацетона:СН3СОСН3 + 4О2 → 3СО2 + 3Н2ОПодставляем в уравнение Коновалова количества кислорода и воды, а также сумму термических характеристик ацетона:ΔH°сг 298 = - (408,4n + 44,4m + Ʃx) = - (408,4 ∙ 4 + 44,4 ∙ 3 + (2∙0 + 50,2)) = -1450,5 кДж/моль |
| Найти: ∆Н - ?  |

 5). Вычислите тепловой эффект реакции, являющейся частью технологического процесса, если она протекает по уравнению:

С2H2 (г) + 2H2O(г) → 2CO(г) + 3H2 (г) , при температуре 1450 ͦС

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:t = 1450 ºC | Решение:Т = 1450 + 273 = 1723КТак как процесс протекает при температуре намного отличающейся от 25 ºС , то расчет энтальпии необходимо вести по уравнению Кирхгоффа:∆HT = ∆H0298 + ∆Cp(T – 298)Для этого необходимо найти ∆H0298 используя первое следствие из закона Гесса, а также изменение теплоемкости системы при данной температуре:∆Cp = ƩCисх – ƩCпрод , значения теплоемкостей выписываем из справочника.ΔH°298 = (0 + 2(-110,53)) – (2∙(-241,8) + 226,75) = 35,8 кДж/мольΔС(Н2) = 29,57 Дж/моль∙КΔС(Н2O) = 56,02 Дж/моль∙КΔС(СО) = 30,92 Дж/моль∙КΔС(С2Н2) = 57,46 Дж/моль∙К∆Cp = (57,46 + 2∙56,02) – (3∙29,57 + 2∙30,92) = 18,95 Дж/моль∙К = 0,01895 кДж/моль∙К∆HT = ∆H0298 + ∆Cp(T – 298) = 35,8 + 0,01895(1723 – 298) = 62,8 кДж/моль |
| Найти: ∆Н1450ºС - ? |

 2.3 Задачи для самостоятельного решения.

1). Определить тепловой эффект реакции гидратации этилена, если теплоты образования этилена, водяного пара и газообразного этанола соответственно составляют 52,28;-241,8;-235,3 кДж/моль.

2). CH3COOH(ж)+C2H5OH(ж) = CH3COOC2H5(ж)+H2O(ж).Определить энтальпию и тепловой эффект(тип реакции).

3). $CH\_{4}(г)$+$ HNO\_{3}(ж)$=$CH\_{3}NO\_{2}(г)$+$Н\_{2}О(ж)$. Определить энтальпию и тепловой эффект реакции при 296 ºС.

4). $CH\_{2}CHCN(ж)$+2$Н\_{2}О(ж)=$ $CH\_{2}CHCOOH(ж)$ + $NH\_{3}(ж)$. Определить энтальпию и тепловой эффект реакции.

5). Определить тепловой эффект реакции сгорания бутанола-2 с помощью уравнения Коновалова.

Раздел 3. Химическая кинетика.

3.1 Основные формулы и обозначения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Скорость хим. реакции | Ѵ | моль/л\*с |
| Константа скорости | k | моль/л\*с |
| Период полураспада | τ1/2 | с |
| Энергия активации | Еа | Дж/моль |

Правило Вант-Гоффа: при повышении температуры на каждые 10 градусов скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза.

 Ѵ 2 = Ѵ 1\*ɣΔt/10

3.2 Примеры решения задач.

 1). Как изменится скорость химической реакции, если при охлаждении реакционной смеси температура изменится от 73 Со до 36 Со, температурный коэффициент равен 4.1?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:Ѵ t2 = 36 CоѴ t1 = 73 Coγ = 4,1 | Решение:Ѵ t2 = Ѵ t1 \* γ(t1-t2)/10 Ѵ 36 = Ѵ 73 \* 4,1-37 = Ѵ 73 \* 1/185Скорость химической реакции уменьшится в 185 раз |
| Найти: как изменится скорость химической реакции |

 2). Рассчитать скорость обратимой химической реакции этилацетата из этилового спирта и уксусной кислоты, концентрация которых составляет соответственно 0,25 и 0,46 моль/л, константа скорости химической реакции равна 2,1\*10-3.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:C (CH3COOH) = 0,25 моль/лC (C2H5OH) = 0,46 моль/лk = 2,1\*10-3 | Решение:Ѵ x.р = k \* [CH3COOH]’ \* [C2H5OH]’Ѵ x.р = 2,1 \* 10-3 \* 0,25 \* 0,46 = 0,2415 \* 10-3 моль/л\*с |
| Найти:Ѵ x.р - ? |

 3). Для реакции: C2H4Cl2  → C2H3Cl + HCl

a) вычислите время за которое прореагирует половина исходного количества дихлорметана;

б) сколько времени необходимо, чтобы C2H4Cl2 прореагировал на 70 %, константа скорости химической реакции равна 1,7\*10-3?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:k = 1,7\*10-3 | Решение:а) k = ln2/τ1/2 τ1/2 = ln2/kτ1/2 = 0,693/(1,7\*10-3) = 407,6 сб) kI = ln(α/Cτ)/ττ = ln(α/Cτ)/kIτ = ln(100/30)/(1,7\*10-3) = 708,2 с |
| Найти: а) τ1/2 - ?б) τ - ? |

 4). При увеличении температуры с 25 Со до 75 Со скорость химической реакции повысилась в 25 раз. Чему равна энергия активации реакции?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:T1 = 25 Co+ 273 = 298 KT2 = 75 Co + 273 = 348 Kk2/k1 = 25 | Решение:Ea = (RT1T2)/ΔT\*ln(k1/k2)ΔT = 75 – 25 = 50 Co + 273 = 323 KEa = (8,314\*298\*348)/323 \* ln(25) = 1003,6 Дж/моль |
| Найти: Ea - ? |

 5). Для реакции: C2H5COOC2H5 + KOH – C2H5COOK + C2H5OH, константа скорости химической реакции равна 0,25. Начальная концентрация этилацетата 0,02 моль/л, а щелочи 0,06 моль/л. Вычислите начальную скорость реакции в тот момент, когда концентрация эфира станет 0,014 моль/л.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:k = 0,25Cнач(эфир) = 0,02 моль/лСнач(щелочь) = 0,06 моль/лСкон(эфир) = 0,014 моль/л | Решение:Ѵ x.р = k \* [С2H5OOC7H5]’ \* [KOH]’Ѵ x.р = 0,25 \* 0,02 \* 0,06 = 0,00026 моль/л\*минΔС(эфир) = 0,2 – 0,014 = 0,006 моль/лΔС(щелочь) = 0,06 – 0,006 = 0,054 моль/лѴ x.р = 0,25 \* 0,014 \* 0,054 = 0,00017 моль/л\*мин |
| Найти:Ѵ x.р - ? |

 6). 2SO2 + C2 – 2SO3

Константа скорости реакции при температуре 525 Со равна 0,48 с-1, а при температуре 655 Со – 1,9 с-1. Какова энергия активации?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:k1 = 0,48T1 = 525 Co + 273 = 798 KT2= 655 Co + 273 = 938 Kk2 = 1,9 | Решение:Ea = (RT1T2)/ΔT\*ln(k1/k2) Ea = (8,314\*798\*928)/(938-798)\*ln(1,9/0,48) = 61157 Дж/моль |
| Найти:Ea - ? |

 3.3 Задачи для самостоятельного решения.

 1). **При увеличении температуры с 15 до 94оС скорость реакции повысилась в 15 раз. Чему равна энергия активации реакции?**

 **2). Для реакции:**

**2C6H5OH + НNO3 → C6H4OHNO2-п + C6H4OHNO2-о**

**k = 0,33 л/моль∙мин. Начальная концентрация фенола была равна 0,032 моль/л, а кислоты – 0,013 моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и в тот момент, когда концентрация фенола станет равной 0,026 моль/л.**

 **3). Для реакции гидрохлорирования ацетилена вычислите время, за которое прореагирует половина исходного количества ацетилена. Сколько времени необходимо, чтобы ацетилен прореагировал на 40%? k = 1.9\*10-4 c-1**

 **4). Как изменится скорость химической реакции, если при охлаждении реакционной смеси температура изменится от 95°С до 20°С? Температурный коэффициент реакции равен 1,7.**

Раздел 4. Физико-химическое равновесие. Кинетические свойства растворов.

4.1 Основные формулы и обозначения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Осмотическое давление | П | Па |
| Степень диссоциации | α |  |
| Изотонический коэффициент | i |  |

Расчет изотонического коэффициента:

i = 1 + α(ν – 1), где

α – степень диссоциации электролита;

ν – число ионов, на которое диссоциирует молекула.

Расчет осмотического давления:

П = icRT\*103 [Па]

Криоскопия. Эбулиоскопия.

∆Tкр = iKkm; ∆Tкип = iKэm , где

Kk и Kэ – криоскопическая и эбулиоскопическая постоянные (приводятся в справочнике);

m – моляльность.

Расчет молярной массы:

М = iKk(э)g’/(g∆Tкр(кип)) , где

g’ и M – масса навески и молярная масса растворенного вещества, а g – масса растворителя.

Экстракция.

gn = g0(KV0/Vэ + KV0)n , где

Vэ – объем экстрагента, n – количество ступеней экстракции, К – коэффициент распределения, gn – остаточная масса растворенного вещества в обработанном материале, g0 – первоначальное содержание извлекаемого вещества в обрабатываемом материале.

4.2 Примеры решения задач.

 1). Раствор 0,024 г органического вещества в 200 мл бензола при 27 Cо развивает в осмометре осматическое давление 950 Па. Найти молекулярную массу.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:m (р-ра) = 0,024 гV (бензол) = 200 млT = 27 СоП = 950 Па | Решение:T = 27 Co + 273 = 300 KM = (mRT)/(ПV) M = (0,024\*8,314\*300)/(950\*2\*10-4) = 315 г/моль |
| Найти:М - ? |

 2). Определить степень электролитической диссоциации дихлоруксусной кислоты в 0,01 молярном растворе, если при 27 Со этот раствор развивает осмотическое давление 43596, 4 Па.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:C = 0,01М = 100 г/лT = 27 CoП = 43596,4 Па | Решение:П = iCRTi = П/CRT = 43596,4/100\*8,314\*300 = 1,7α = (i-1)/(ν-1) = (1,7-1)/(2-1) = 0,7 |
| Найти: α - ? |

 3). Раствор 0,6 г Na2SO4 в 720 г H2O начинает кристаллизироваться при -0,028 Со. Какова степень электрической диссоциации Na2SO4 в данных условиях?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:m(Na2SO4) = 0,6 гm(H2O) = 720 гTзам= -0,028 СоKk = 1,85 | Решение:α = (i-1)/(ν-1) ΔTзам = i Kk \* mn = m/M = 0,6/142 = 0,04 мольm = 0,004/0,72 = 0,005 гi = ΔTзам/ (Kk\*m) = 0,028/(1,85\*0,005) = 2,5α = (2,5-1)/(3-1) = 0,75 |
| Найти:α - ? |

 4) Раствор 4,11 г KNO3 в 100 г H2O закипает при 100, 398 Cо. Определить степень электрической диссоциации.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:m (KNO3) = 4,11 гm (H2O) = 100 гΔTкип = 100,398 Co | Решение:α = (i-1)/(ν-1)ΔTкип = i kэб \* mkэб = 0,51n = m/M = 4,11/101 = 0,041 мольm = 0,041/0,1 = 0,41 гi = ΔTзам/ (Kk\*m) = 0,398/(0,41\*0,51) = 1,9α = (1,9-1)/(2-1) = 0,9 |
| Найти:α - ? |

 5). Определите рабочее давление, необходимое для определения H2O, содержащий до 2 г/л MgSO4, если солесодержание в концентрате достигает 50 г/л. Расчет ввести, считая, что процесс ведется при 20 Со, степень электрической диссоциации MgSO4 равна 9 %, а рабочее давление процесса в 3 раза превышает максимальное осмотическое давление концентрата.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:С (MgSO4) = 2 г/лC (конц) = 50 г/лT = 20 Coα (MgSO4) = 9 %P = 3 П | Решение:П = iCRT \* 103n = 50/ (24+32+62) = 0,417 мольC (MgSO4) = 0,417 моль/лT = 20 Со + 273 = 293 Ki = 1 + 0,09(2-1) = 1,09П = 1,09 \* 0,417 \* 293 \* 8,314 = 3321 \* 103 |
| Найти:P - ? |

 6). Для повторного использования отработанных вод содержание фенола в них следует снизить до 0,5 кг/м3. Достаточно ли для этого четырехкратной обработки 4 м3 этих вод бензолом, если каждый раз использовать по 1 м3 свежего экстрагента, а начальное содержание фенола в отработанных водах равно 8 кг/м3. Коэффициент распределения (k) в системе вода-бензол 0,2.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:Cпо = 0,5 кг/м3Сдо = 8 кг/м3V (б) = 1 м3V (H2O) = 10 м3K = 0,2 | Решение:gn = go(kVo/(Vэ-kVo))ngn = 80 ((0,2\*10)/(1+0,2\*10))4 = 19,2 кг19,2/10 = 1,92 кг/м3Недостаточно для четырехкратной обработки 4 м3 этих вод бензолом |
| Найти: gn  - ? |

 7). При синтезе фенилуксусной кислоты часть продукта растворяется в воде. Какое количество кислоты можно извлечь из 100 мл водного раствора, содержащего 2,5 г кислоты с 40 мл экстрагента 2-кр экстракцией, если в качестве экстрагента взяли: а) толуол к = 0,28; б) хлороформ k = 0,09.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:Vраствора = 100 млm (кислоты) = 2,5 гVo = 40 млk1 = 0,28k2 = 0,09 | Решение:а) m = mo(kVo/(Vэ+kVo))n m1 = 2,5((0,28\*100)/(40+(0,28\*100))2 = 0,42 гб) m = mo(kVo/(Vэ+kVo))nm2 = 2,5((0,09\*100)/(40+(0,09\*100))2 = 0,084 г |
| Найти: a) m1 - ?б) m2 - ? |

4.3 Задачи для самостоятельного решения.

 1). Какое количество фенола можно извлечь из 100 мл водного раствора, содержащего 8 г фенола экстракцией 50 мл растворителя, если в качестве экстрагента взяли: а) амиловый спирт k = 0,667; б) толуол к = 0,1; в) хлороформ к = 0,08

 2). После растворения 5,12 г S в 100 г бензола температура начального кипения бензола повысилась на 0, 51 Со. Какова молярная масса S в растворе?

 3). В каком соотношении следует взять H2O и NaCl, чтобы приготовить раствор. Температура начала кристаллизации которого была бы не выше -10 Со.

 4). Определить степень электролитической диссоциации бензойной кислоты в 0,05 молярном растворе, если при 33 Со этот раствор развивает осмотическое давление 49572, 9 Па.

 **Список используемых источников.**

1. Краткий справочник физико-химических величин. Изд. 8-е, перераб./Под ред. А. А. Равделя и А. М. Пономаревой. – Л.: Химия, 1983. – 232 с., ил.
2. Задачи и упражнения по физической и коллойдной химии. – Л.: Химия, 1988. – 240 с.: ил. ISBN 5 – 7245 – 0249 – 6
3. УДК 541.1/.18 Ахметов Б. В., Новиченко Ю. П., Чапурин В. И. Физическая и коллоидная химия: Учеб. Для техникумов. – Л.: Химия. 1986. – 320 с., ил.