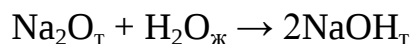


1. (10 баллов) Рассчитайте изменение энергии Гиббса (ΔG^0_{298}) для процесса



по значениям стандартных энергий Гиббса образования веществ (справочные данные: $\Delta G^0_{\text{обр}}(\text{NaOH}_\text{т}) = -381,1$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{обр}}(\text{Na}_2\text{O}_\text{т}) = -378$ кДж/моль, $\Delta G^0_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}_\text{ж}) = -237$ кДж/моль). Возможно ли самопроизвольное протекание реакции при стандартных условиях?

2. (15 баллов) Важнейшие источники восполнения запаса кислорода в атмосфере – это углекислый газ и вода. Часть кислорода образуется в стратосфере в результате диссоциации газообразной воды под действием солнечного излучения, когда сначала из воды получают атомный водород и гидроксильные радикалы ($\text{OH}\cdot$), а затем при взаимодействии двух гидроксильных радикалов образуются атомный водород и молекулярный кислород. Во сколько раз увеличится скорость второй реакции, если концентрация гидроксильных радикалов возрастет в 3 раза?

3. (15 баллов) При окислении смеси бензола и толуола подкисленным раствором перманганата калия при нагревании получено 8,54 г одноосновной органической кислоты. При взаимодействии этой кислоты с избытком водного раствора гидрокарбоната натрия выделился газ, объем которого в 19 раз меньше объема такого же газа, полученного при полном сгорании исходной смеси углеводородов. Определите массы веществ в исходной смеси.

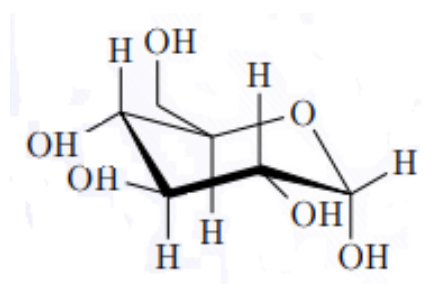
4. (20 баллов) При нагревании этановой кислоты до температуры кипения ($t_{\text{кип}} = 117,8^\circ\text{C}$) она переходит в газообразное состояние, причем газовая фаза представляет собой смесь ее мономера и димера. В предварительно вакуумированный сосуд объемом 260 см^3 поместили навеску этановой кислоты массой 0,512 г. Сосуд нагрели до 140°C и выдержали при этой температуре до наступления равновесия. После этого в сосуде установилось давление 106 кПа.

1. Приведите структурную формулу этановой кислоты и ее тривиальное название.

2. Приведите структурную формулу димера этановой кислоты и кратко поясните, за счёт чего он образуется.

3. Рассчитайте равновесную объёмную долю димера в сосуде при 140°C.

5. (40 баллов) Молекула глюкозы относится к гексозам и может существовать в двух формах: циклической и с открытой цепью. Циклическая форма *D*-глюкозы существует в виде двух аномеров: α -*D*-глюкозы и β -*D*-глюкозы. Ниже приведена формула Хуорса одного из аномеров *D*-глюкозы:



Если пропустить небольшое количество газообразного хлороводорода (катализатор) через раствор *D*-глюкозы в метаноле, то протекает реакция образования двух аномерных простых эфиров с участием гидроксильной группы у первого атома углерода. В общем случае получающиеся продукты называют гликозидами, в частном случае для глюкозы – глюкозидами.

В 1936 году предложен способ использования окислительного расщепления с применением периодата натрия для установления размера цикла в циклической форме молекулы гликозида. На первой стадии гликозид подвергают окислительному расщеплению водным раствором периодата натрия. На второй стадии проводят дополнительное окисление одного из продуктов первой стадии с помощью бромной воды и последующей обработки продукта карбонатом стронция. При этом образуется соль стронция **X**.

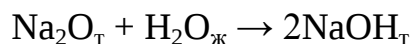
1. Приведите структурную формулу *D*-глюкозы с открытой цепью.

2. Формула какого из аномеров *D*-глюкозы приведена в условии задачи? Кратко поясните свой ответ и укажите, чем должна отличаться формула второго аномера.

3. Какое число периодат-ионов необходимо для полного окислительного расщепления одной молекулы метил-*D*-глюкозида? Приведите структурные формулы продуктов, которые образуются при этом.

4. Приведите структурные формулы веществ, которые образуются при длительном кипячении полученной соли **X** с избытком соляной кислот.

1. (10 баллов) Рассчитайте величину ΔS_{298}^0 для процесса



используя значения стандартных энтропий веществ (справочные данные $S^0(\text{NaOH}_\text{т}) = 64,16 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$, $S^0(\text{Na}_2\text{O}_\text{т}) = 75,5 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$, $S^0(\text{H}_2\text{O}_\text{ж}) = 70 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$).

2. (15 баллов) При некоторой температуре константа диссоциации йодоводорода на простые вещества равна $6,25 \cdot 10^{-2}$. Какой процент HI диссоциирует при этой температуре?

3. (15 баллов) К 1,17 г смеси пропанола-1 и неизвестного альдегида добавили аммиачный раствор, содержащий 5,80 г оксида серебра, и слегка нагрели. Выпавший при этом осадок отфильтровали, а непрореагировавший оксид серебра перевели в хлорид серебра, масса которого оказалась равной 2,87 г. Определите строение взятого альдегида, если молярное отношение альдегида к спирту в исходной смеси равно 3:1.

4. (20 баллов) Газообразное при н. у. вещество X содержит 24,97 % углерода по массе и обесцвечивает бромную воду. Для анализа X его навеску массой 1,244 г полностью сожгли в избытке кислорода, а продукты сгорания последовательно пропустили через колонки с оксидом фосфора (V) и гидроксидом калия. После окончания эксперимента масса первой колонки увеличилась на 0,9318 г, а второй – на 2,795 г.

1. Установите молекулярную формулу вещества X.

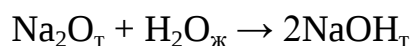
2. Приведите структурную формулу и название X. К какому классу соединений принадлежит X?

3. Вещество X и его ближайший гомолог используются в больших масштабах. Благодаря какому свойству и для чего используется X?

5. (40 баллов) Химическое количество кислорода, необходимого для полного сжигания навески предельного одноатомного спирта **А**, молекула которого имеет неразветвленное строение, в шесть раз превышает его химическое количество в навеске. Навеску **А** обработали избытком водного щелочного раствора перманганата калия и при последующем подкислении смеси получили вещество **Б**. Навеску **Б** массой 1,24 г растворили в 50,0 г раствора гидроксида бария с массовой долей 15,6 %. Полученный раствор выпарили, а полученный твердый остаток прокалили при 600°C.

1. Установите молекулярную формулу спирта **А**.
2. Приведите структурные формулы и названия всех изомеров **А**.
3. Какой из изомеров **А** при н. у. представляет собой твердое кристаллическое вещество?
4. Рассчитайте массовую долю гидроксида бария в растворе, который образовался после растворения навески **Б**.
5. Приведите уравнение химических реакций, которые протекают при прокаливании белого твердого остатка.

1. (10 баллов) Рассчитайте ΔH_{298}^0 химической реакции



по значениям стандартных теплот образования веществ. ($\Delta H_{\text{обр.}}^0(\text{Na}_2\text{O}_\text{т}) = -416$ кДж/моль, $\Delta H_{\text{обр.}}^0(\text{H}_2\text{O}_\text{ж}) = -286$ кДж/моль, $\Delta H_{\text{обр.}}^0(\text{NaOH}_\text{т}) = -427,8$ кДж/моль).

2. (15 баллов) Для реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ начальные концентрации веществ NO и O_2 соответственно равны 1,5 и 3,0 моль/дм³. Во сколько раз скорость реакции при $c(\text{NO}) = 1,0$ моль/дм³ меньше начальной скорости, если порядки реакции по обоим веществам равны единице?

3. (15 баллов) Через 10 г смеси бензола, фенола и анилина пропустили ток сухого хлороводорода, при этом выпало 2,59 г осадка. Его отфильтровали, а фильтрат обработали водным раствором гидроксида натрия. Верхний органический слой отделили, его масса уменьшилась на 4,7 г. Определите массы веществ в исходной смеси.

4. (20 баллов) Карбид кремния представляет собой вещество, имеющее немолекулярное строение. Состав и свойства этого вещества могут сильно изменяться в зависимости от условий его получения.

В промышленности карбид кремния получают прокаливанием в электропечах при высокой температуре смеси кварцевого песка и кокса: $\text{SiO}_2 + 3\text{C} = \text{SiC} + 2\text{CO}\uparrow$. Карбид кремния обладает очень высокой твёрдостью. Благодаря этому свойству он широко используется как абразив для изготовления обрабатывающих инструментов. Кроме того, SiC находит применение как конструкционный материал.

Для количественного анализа образца карбида кремния его навеску массой 0,4987 г смешали с избытком твердых гидроксида калия и нитрата калия и прокалили при высокой температуре. Полученный раствор обработали избытком соляной кислоты. При этом образовался белый студенистый осадок, который после

старения отфильтровали и прокалили при высокой температуре. Масса полученного после прокаливания остатка оказалась равной 0,7272 г.

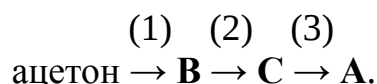
1. Приведите уравнения химических реакций, которые протекали в ходе описанного в задаче анализа.

2. Рассчитайте массовую долю кремния в исследованном образце карбида кремния.

3. Приведите формулу исследованного образца карбида кремния.

5. (40 баллов) Соединение **A** представляет собой бесцветные кристаллы, легко подвергающиеся термическому разложению. Благодаря равномерному разложению, это вещество является удобным и важным инициатором свободнорадиальной полимеризации.

Соединение **A** можно получить из ацетона по схеме:



На первой стадии используется циановодород, на второй – гидразин (0,5 экв), на третьей стадии идет окисление хлором.

По данным элементного состава в состав **A** входят атомы трех химических элементов, причем массовая доля углерода равна 58,5.

1. Установите структуру веществ **A**, **B**, **C** и напишите их формулы.

2. При разложении одной молекулы **A** образуется два одинаковых радикала. Приведите структурную формулу образующегося радикала и кратко поясните, чем можно объяснить его относительную устойчивость.

3. Кратко поясните механизм действия **A** на примере реакции полимеризации стирола.

4. Если нагреть раствор **A** в инертном растворителе, то образуются два новых вещества с различными агрегатными состояниями при н. у. Приведите структурные формулы образующихся веществ и кратко поясните свой ответ.