

Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2016/2017 уч. г.

9. класс

1. При реакции оксида **A** с водой (**реакция 1**) получают кислоту **B**, которая входит в состав как Кока-Колы, так и очистительного средства Sanit. Соль **C** используют как разрыхлитель теста при выпечке; при нагревании (**реакция 2**) она разлагается на соль **D** и оксиды **E** и **F**. Если к соли **C** добавить кислоту **B** (**реакция 3**) или же используемую для консервирования уксусную кислоту (**реакция 4**), то в обоих случаях выделится газ **F**. При пропускании газа **F** через раствор гидроксида бария (**реакция 5**) выпадает белый осадок.

- a) Напишите уравнения **реакций 1–5**. (8)
 b) Напишите номенклатурные названия веществ **A–C**. (3)
 c) Рассчитайте, сколько дм^3 35,0% кислоты **B** ($\rho = 1,1529 \text{ кг/дм}^3$) необходимо, чтобы в ходе **реакции 3** получить 250 дм^3 оксида **F** при нормальных условиях, если потери данного процесса составляют 26,0%. (3) **14 б**

2. Точкой стехиометричности титрования называют момент, когда при добавлении последней капли титранта титруемое вещество полностью прореагировало. В обычном кислотно-щелочном титровании для определения точки стехиометричности можно использовать индикаторы, цвета которых резко изменяются в узких промежутках pH (в интервале перехода индикатора).

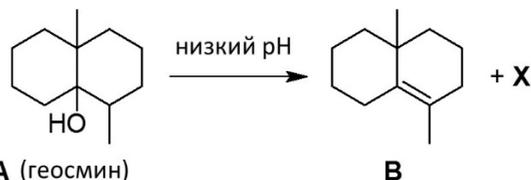
В ходе практической работы студент должен был определить концентрацию раствора NaOH. Для этого он отмерил мерной пипеткой 25,00 мл изучаемого раствора в 100,0 мл мерную колбу и заполнил колбу деионизированной водой до отметки. Затем студент перенёс пипеткой 25,00 мл полученного раствора в коническую колбу, добавил 2 капли индикатора и начал титрование раствором HCl.

- a) Напишите уравнение реакции, происходящей при титровании. (1)
 b) Студент мог выбрать малахитовый зелёный либо метиловый оранжевый индикатор (интервалы перехода приведены в таблице). Объясните, какой из индикаторов он использовал? (2)

Индикатор	Интервал перехода	Цвет при более низких значениях pH	Цвет при более высоких значениях pH
метиловый оранжевый	3,1–4,4	красный	жёлтый
малахитовый зелёный	11,5–13,2	зелёный	бесцветный

- c) Рассчитайте концентрацию изучаемого раствора NaOH, если на титрование ушло в среднем 20,17 мл 0,331 M раствора HCl. (3) **6 б**

3. После дождя воздух имеет особенный запах. Причиной этого запаха является геосмин (соединение **A**), который выделяют бактерии, живущие в почве. При размыве верхнего слоя почвы (например, при сильном дожде или на берегах водоёмов) геосмин попадает в воздух. При низком pH геосмин разлагается, образуя продукты, не имеющие запаха или вкуса (соединения **B** и **X**).



- a) Напишите брутто-формулы веществ **A** и **B**, а также формулу **X**. (3)

Человек очень чувствителен по отношению к запаху или вкусу геосмина: в питьевой воде мы можем определить наличие геосмина начиная с концентрации 15 нг/дм^3 . Считается, что способность эволюционных предшественников человека обонять малые концентрации геосмина в воздухе была когда-то важна для поиска водоёмов.

- b) Минимально сколько молекул геосмина должно быть в одном глотке воды (примерно 15 см^3), чтобы человек почувствовал его вкус? (4)

А вот „землистый“ привкус геосмина в еде, например рыбе, довольно неприятен. Концентрация геосмина в рыбе зависит так от того, сколько геосмина было в водоёме, в котором обитала рыба, так и от содержания жира в мясе рыбы.

- c) Обоснуйте, каким образом концентрация геосмина в мясе рыбы зависит от содержания жира в этом мясе. (1)
 d) Предложите один способ для удаления неприятного вкуса геосмина из рыбного блюда. (1) **9 б**

4. В связи с продолжающимся ростом населения Земли все более актуальным становится вопрос об экологически устойчивом развитии в производстве еды. Во многих странах, в том числе в Западном мире, очень велико потребление мяса. Но производство мяса связано с многими экологическими рисками и неэффективной тратой ресурсов. Примерно $\frac{1}{3}$ от производимого в мире количества зерна, пригодного для питания человека, на самом деле используется для нужд животноводства.

- a) Назовите два экологических риска, связанных с животноводством. (2)
 В производстве мяса важным показателем является коэффициент переработки корма, который показывает, во сколько раз больше корма необходимо давать животному, чтобы получить одну массовую единицу мяса. Например, для говядины этот коэффициент равен примерно 6.

- 100 г говядины даёт в среднем 250 ккал энергии, 26 г белков, 15 г жиров и почти не содержит углеводов.
 - 100 г кукурузы даёт в среднем 365 ккал энергии, 9 г белков, 4,7 г жиров и 74 г углеводов.
 - Человек со средней физической активностью должен в день потреблять еды примерно на 2000 ккал и получать 0,8 г белков, 1 г жиров и 5,7 г углеводов на один кг массы тела.
- b) Рассчитайте, сколько кг i) говядины либо ii) кукурузы должен съесть средний взрослый человек весом 70 кг, чтобы извлечь из данного вида пищи всю свою необходимую дневную потребность белка. (3)
 c) Рассчитайте, сколько кг кукурузы потребуется для выращивания количества говядины, найденного в пункте b i)? (1)
 d) Сколько человек можно было бы накормить количеством кукурузы, найденном в пункте c), исходя из дневной потребности i) белка либо ii) углеводов? (4)
 e) Рассчитайте, в каком соотношении среднему человеку необходимо потреблять кукурузу и говядину, чтобы получить необходимое дневное количество белков и углеводов. (3) **13 б**

5. Рассмотрим реакцию $A + B \rightarrow C$. Для проведения опыта I смешали 2 моля соединения **A** и 10 молей соединения **B**. При наблюдении за реакцией было установлено, что в течение каждой минуты реагировало 10% от вещества **A**, оставшегося в наличии к данному моменту. Опыт II провели с 2 молями соединения **A** и 15 молями соединения **B**. Выяснилось, что исчезновение соединения **A** из реакционной смеси осталось таким же, как и в предыдущем опыте. При проведении опытов добавляли инертный растворитель, для того чтобы объем реакционной смеси был одинаковым в обоих опытах.

a) Покажите с помощью графика, как изменяется количество вещества **A** в реакционной смеси. (4)

b) К концу какой по счёту минуты вещества **A** останется меньше 10%? (1)

Скорость реакции характеризуется понятием порядок реакции. Распространены реакции нулевого, первого и второго порядка. Порядок реакции по отношению к какому-либо из исходных веществ может быть разным. Для определения такого порядка концентрацию одного из исходных веществ увеличивают в некоторое количество раз, а затем следят, каким образом изменяется скорость реакции.

- Если скорость реакции **не зависит от концентрации** исходного вещества, то порядок реакции по отношению к этому веществу является **нулевым**.

- В случае **первого** порядка скорость реакции и концентрация исходного вещества **прямо пропорциональны**.

- В случае **второго** порядка скорость реакции зависит **от квадрата концентрации** исходного вещества (*т.е.* при двухкратном увеличении концентрации скорость увеличивается в четыре раза).

c) Покажите с помощью расчётов, каков порядок реакции по **A** и по **B**. (3)

На скорость реакции можно повлиять разными способами. Один из способов является изменение температуры. В первом приближении, при повышении температуры на 10°C скорость реакции увеличивается в два раза.

d) Рассчитайте, на сколько градусов необходимо в опыте I повысить температуру, чтобы в первую минуту образовалось 1,6 моль **C**. (3) **11 б**

6. В состав минерала **A** ($M = 165,92$ г/моль) входят три элемента из V, VI и VIII групп. История названия минерала **A** схожа с происхождением названия элемента **X** и связана с мифологическим злобным персонажем. Элемент **X** в степени окисления +2 образует кристаллогидрат **B** ($M = 326,83$ г/моль) лилового цвета. При нагревании кристаллогидрата **B** образуется кристаллогидрат **C** ($M = 254,77$ г/моль), содержащий в три раза меньше воды, чем **B**.

a) Определите при помощи расчётов элемент **X** и формулу минерала **A**. (2)

b) Рассчитайте, сколько молекул воды отделяется от кристаллогидрата **B** при нагревании и сколько молекул воды в кристаллогидрате **C**. (2)

c) Определите при помощи расчётов формулы соединений **B** и **C**. (3) **7 б**