

**Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2015/2016 уч.г.  
9 класс**

1. Известную минеральную соль  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  используют как пестицид. При нагревании соли при  $63^\circ\text{C}$  отделяется 2 молекулы воды, а при  $109^\circ\text{C}$  – остальные 3 молекулы воды. При дальнейшем нагревании выше  $650^\circ\text{C}$  безводный  $\text{CuSO}_4$  распадается на два оксида (**реакция 1**).

**a)** Напишите систематическое и тривиальное наименование  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . (1)

**b)** Какого цвета **i)**  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и **ii)** безводный  $\text{CuSO}_4$ ? (1)

**c)** Напишите и уравновесьте уравнение реакции 1. (1)

**d)** Сколько граммов оксида меди образовалось при нагревании 20,0 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , если выход реакции 95,0%? (3)

В промышленности  $\text{CuSO}_4$  также получают путем реакции чистой меди с концентрированной серной кислотой (**реакция 2**) или оксида меди (II) с разбавленной серной кислотой (**реакция 3**).

**e)** Напишите и уравновесьте уравнения реакций 2 и 3. Являются ли они окислительно-восстановительными реакциями? (3)

2. Металлы **X** и **Y** образуют растворимые в воде гидрокарбонаты **A** (24,71% содержание металла **X**) и **B** (16,61% содержание металла **Y**), которыми обусловлена временная жесткость воды. Количество солей **A** и **B** в воде легко установить с помощью титрования соляной кислотой (**реакции 1** и **2**). В домашних условиях временную жесткость воды можно устранить, например, кипячением воды (**реакции 3** и **4**).

Для определения временной жесткости воды лаборант взял 150 мл водопроводной воды и протитровал ее 0,0551 М раствором  $\text{HCl}$ . Для достижения точки эквивалентности, когда прореагировали все исходные вещества, потребовалось 7,45 мл кислоты.

**a)** **i)** Идентифицируйте металлы **X** и **Y** и соли **A** и **B**. Напишите их формулы и номенклатурные наименования. **ii)** Докажите свой выбор с помощью вычислений. (3)

**b)** Напишите и уравновесьте уравнения реакций 1-4. (4)

**c)** Найдите временную жесткость для анализируемой пробы водопроводной воды, выраженную в миллимолях и миллиграммах соли **A** на литр воды. (3)

(10)

3. Авокадо – это южноамериканский плод, имеющий маслянистый вкус и используемый в салатах. Мякоть свежерезанного авокадо

желто-зеленого цвета, но на воздухе она становится коричневой. Потемнение авокадо связано с окислением находящихся в мякоти полифенолов, которому способствует содержащийся в авокадо фермент полифенолоксидаза. Чтобы препятствовать изменению внешности салатов, содержащих авокадо, в них часто добавляют лимонный сок. Лимонный сок содержит витамин С, который является известным антиоксидантом: он окисляется сам и таким образом защищает от окисления другие вещества.

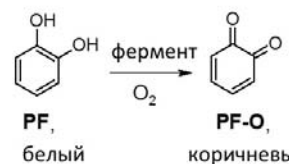


Рисунок 1.

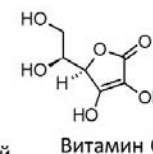


Рисунок 2.

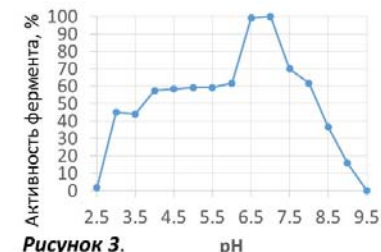


Рисунок 3.

**a)** На рисунке 1 изображено одно полифенольное звено до и после окисления (соответственно PF и PF-O). **i)** Найдите брутто-формулы PF и PF-O. **ii)** Рассчитайте среднюю степень окисления углерода, содержащегося в соединениях PF и PF-O. **iii)** Напишите и уравновесьте уравнение реакции PF с кислородом. (3)

**b)** На рисунке 2 изображена структура восстановленной формы витамина С. Разумеется, она отличается от структуры PF, но часть молекулы витамина С все-таки похожа на молекулу PF. Обозначьте часть молекулы витамина С, которая, по вашему мнению, может реагировать с находящимся в воздухе кислородом. (2)

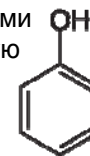
**c)** На рисунке 3 изображена зависимость активности фермента от pH.

**i)** Найдите, при каких значениях pH активность фермента будет наиболее высокой и наиболее низкой. **ii)** Каким еще образом лимонный сок предохраняет салат с авокадо от потемнения на воздухе? (3)

**d)** Назовите еще по крайней мере 2 возможности, как можно защитить авокадо или содержащий его салат от потемнения. (2)

(10)

4. Шахта, в сточных водах которой основными соединениями являются фенолы, решила построить новую водоочистительную станцию. Для разложения органических веществ планируется использование активного ила. На выбор есть две разных бактериальных культуры – одна работает в аэробных условиях, а другая в



анаэробных. Первые бактерии разлагают органические соединения, используя кислород, а вторые – используя ион сульфата. Вторая реакция проходит в кислой среде и в результате выделяется сульфид диводорода. В обеих реакциях органические соединения разлагаются на углекислый газ и воду.

**a)** Напишите реакции разложения, проводимые обеими бактериальными культурами. В качестве разлагаемого органического соединения возьмите фенол. (3)

Для первых бактерий в очистительный бак постоянно качают обогащенную воздухом воду (содержание кислорода в воздухе равно 21 проценту по объему). В случае вторых бактерий в очиститель поступает вода, в которой содержание серы, входящей в состав иона сульфата, равно 20 мг/л.

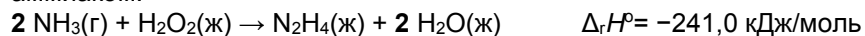
**b)** Сколько воды надо в обоих случаях накачать в бак, чтобы разложить 200 кг фенола? Для кислорода коэффициент Генри, обозначающий растворимость, равен 769,2 л·атм/моль при 298 К. Растворимость газа в растворителе пропорциональна парциальному давлению этого газа над растворителем. При вычислениях учтите, что температура окружающей среды равна 298 К и давление равно 1 атм. (7)

(10)

**5.** В августе 2012. г на Марсе приземлился марсоход Curiosity. Для смягчения посадки использовались двигатели, работающие на гидразине. Горячие газы, возникшие при каталитическом разложении  $N_2H_4$ , обеспечили достаточную тормозную силу.

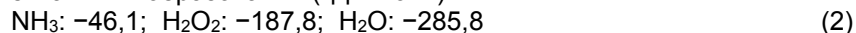
**a)** Напишите уравненное уравнение реакции разложения гидразина на аммиак и простое вещество. (1)

**b)** Гидразин можно получить при реакции пероксида водорода с аммиаком:



Напишите степени окисления всех элементов в исходных веществах и продуктах. (2)

**c)** Найдите стандартную энтальпию реакции разложения гидразина, описанной в пункте **a)**, если даны следующие стандартные энтальпии образования (кДж/моль):



**d)** Во многих других космических аппаратах NASA использовало в качестве топлива смесь  $N_2H_4/N_2O_4$ . Предположите, какие химически стабильные продукты возникнут при потреблении такого топлива. (1)

**e)** При нагревании  $N_2O_4$  может частично разложиться. В первом этапе разложения возникает бурый газ. Напишите уравненное уравнение разложения  $N_2O_4$ . (1)

**f)** Реакция разложения  $N_2O_4$  является равновесной. Как можно сдвинуть ее в сторону разложения? Ответ обоснуйте. (2)

(9)

**6.** Раствор лактата Рингера – это физиологический раствор, изотонический по отношению к крови. Изотонические растворы обладают одинаковым осмотическим давлением. Раствор Рингера используется в медицине для повышения pH крови и поддержания электролитного баланса. Концентрации содержащихся в растворе ионов приведены в таблице.

Для приготовления этого раствора используют 0,3 М раствор лактата натрия ( $NaC_3H_5O_3$ ), 8,0% раствор NaCl ( $\rho=1,056 \text{ г/см}^3$ ), в виде порошка  $CaCl_2$  и KCl.

Ион	с (мМ)
$C_3H_5O_3^-$	28
$Na^+$	130
$Cl^-$	109
$K^+$	4
$Ca^{2+}$	1,5

**a)** Рассчитайте, сколько граммов  $CaCl_2$  и KCl и сколько миллилитров растворов лактата натрия и NaCl потребуется для приготовления 10 л раствора лактата Рингера. (6)

**b)** Рассчитайте, сколько деионизированной воды надо добавить для приготовления 10 л раствора. (2)

В неотложных случаях для приготовления этого раствора можно использовать более распространенные вещества. Например, лактат натрия зачастую заменяют пищевой содой, потому что в организме печень все равно перерабатывает лактат в гидрокарбонат.

**c)** Рассчитайте, сколько граммов пищевой соды потребуется для приготовления 10 л раствора лактата Рингера, если в организме один ион лактата перерабатывается в один ион гидрокарбоната. (2)

**d)** Будут ли приготовленные растворы закипать при более низкой или более высокой температуре, чем чистая вода? (1)

**e)** Что случится с кровяными клетками, если в вену ввести раствор, имеющий более высокую концентрацию солей, чем физиологический раствор? (1)

(12)