

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
2020/2021 учебный год
11 класс
240 минут

Задача 11 -1. (6 баллов)

Число омыления – это количество миллиграмм гидроксида калия, требуемое для омыления 1 г сложных эфиров и нейтрализации полученных жирных кислот. Оно широко используется для оценки качества природных и синтетических продуктов, содержащих в своем составе жиры, масла и воски.

Число омыления для мирицилпальмитата – основного компонента пчелиного воска – составляет 81,2 мг. Установите брутто-формулу данного сложного эфира, если известно, что при его омылении гидроксидом калия получаются предельный одноатомный спирт и соль предельной одноосновной карбоновой кислоты, содержание углерода в которой составляет 65,3%.

Задача 11 -2. (12 баллов)

Как говорится, «красота – это страшная сила». В 1775 году шведский химик-фармацевт Карл Вильгельм Шееле получил соединение красивого зеленого цвета, которое позднее стали называть «зеленью Шееле». Полученный им пигмент быстро стал популярен в среде художников и модельеров, которые использовали его для обработки тканей. К концу 19-го века «зелень Шееле» практически полностью вытеснила известные ранее пигменты зеленого цвета. К сожалению, за такую красоту многим пришлось расплачиваться собственной жизнью из-за высокой токсичности такого соединения, поэтому в настоящее время оно запрещено к применению во всех странах мира.

Чтобы получить «зелень Шееле», к раствору натриевой соды, нагретому до 90°C, прибавляют оксид трехвалентного мышьяка, в результате чего получается новая соль. К свежеполученному раствору этой соли добавляют раствор медного купороса, в результате чего выпадает практически нерастворимый в воде зеленый осадок. После его фильтрации осадок высушивают при 43°C, а затем нагревают до 50-60°C, чтобы усилить его окраску. Цвет «зелени Шееле» варьируется в зависимости от соотношения меди и мышьяка, поскольку она представляет собой смесь из нескольких соединений, элементный состав которых приведен в таблице ниже.

Соединение	$\omega(\text{Cu}), \%$	$\omega(\text{As}), \%$	$\omega(\text{O}), \%$	$\omega(\text{H}), \%$
1	22,91	54,02	23,07	-
2	37,28	43,95	18,77	-
3	33,90	39,96	25,60	0,54
4	40,35	31,71	27,09	0,85

- 1) Напишите уравнения реакций, приводящих к получению «зелени Шееле» (для любого из четырех соединений).
- 2) Предположите состав четырех соединений, входящих в состав «зелени Шееле».
- 3) Предположите, почему окраска пигмента усиливается при его высушивании и последующем нагревании.
- 4) Одним из недостатков «зелени Шееле» является то, что со временем она чернеет на воздухе. Предположите причину такого поведения этого пигмента.

Задание 11-3 (10 баллов)

В замкнутый сосуд внесли 200 мл ацетона (плотностью 0,78 кг/м³) и нагрели до 510 °С. При этой температуре происходит разложение ацетона, описываемое следующей реакцией первого порядка:



С помощью калориметра определили, что за 100 секунд поглотилось 11,15 кДж тепла. Стандартные энтальпии образования веществ приведены в таблице:

Вещество	ΔH_f^0 , кДж/моль
CH ₃ COCH ₃	-235,6
C ₂ H ₄	40,7
CO	110,8

Определите тепловой эффект реакции разложения ацетона (в кДж/моль). Какая часть ацетона разложилась за 10 минут? Рассчитайте период полураспада и константу скорости реакции разложения ацетона. Сколько теплоты поглотится за 1 час?

Задание 11-4 (11 баллов)

При сливании двух растворов выпал белый осадок А, который аккуратно отфильтровали и оставили высушили на воздухе. Навеску осадка А массой 2,00 г подвергли термогравиметрическому анализу. Для этого навеску поместили на чувствительные весы и изучали закономерности изменения массы навески при ее нагревании в атмосфере кислорода. В результате анализа было установлено, что при последовательном нагревании вещество А разлагается с выделением нескольких продуктов Б, В и Г. Результаты анализа приведены в таблице:

Вещество	Температура образования, °С	Масса сухого остатка, г
Б	110	1,676
В	200	1,595
Г	800	0,621

Известно, что все образующиеся вещества белого цвета и содержат элемент Х. При этом при нагревании вещества В в атмосфере кислорода оно также разлагается с выделением вещества Г и газа Д. Элементный анализ вещества Г показал, что это бинарное соединение, в котором содержание элемента Х составляет 65,22%. Аналогичный анализ исходного вещества А показал, что оно на 61,26 масс. % состоит из кислорода и содержит, помимо Х, углерод и водород.

Установите состав веществ А, Б, В, Г и Д и природу элемента Х. Напишите уравнения всех описанных реакций.

Задание 11-5 (7 баллов)

При дегидратации смеси двух алифатических одноатомных спиртов выделилось 14,4 г воды и образовались 52,8 г смеси четырех органических соединений. Установите строение полученных веществ, если принять, что дегидратации прошли количественно, а

органические соединения образовались в равных мольных соотношениях. Ответ поясните уравнениями протекающих реакций и соответствующими расчетами.