

## «Профи»

### Задача 1

Одним из наиболее частых исследований в судебной медицине является определение содержания алкоголя в крови человека. Данное исследование является незаменимым при несогласии водителя с результатами проверки в пункте ДПС, при мониторинге во время реабилитации от алкогольной зависимости, для оценки примерного времени употребления спиртосодержащих напитков и в других случаях. Наряду с хроматографическими методами анализа, в ряде случаев требующими использования дорогостоящего оборудования, для решения задачи определения содержания алкоголя в крови может использоваться метод окислительно-восстановительного титрования.

Для определения содержания этилового спирта в крови водителя, ставшего виновником ДТП, пробу массой 1,000 г подкислили азотной кислотой и добавили 25,00 мл 0,00330 М раствора  $K_2Cr_2O_7$ . Этанол при этом окислился до уксусной кислоты. Далее к пробе добавили 20,0 мл 0,2 М раствора йодида калия, в результате чего раствор окрасился в бурый цвет. На титрование полученного таким образом раствора затратили 22,25 мл 0,0200 М раствора тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$  ( $2S_2O_3^{2-} - 2e = S_4O_6^{2-}$ ).

Запишите уравнения протекающих в растворе реакций в ионной форме. Рассчитайте концентрацию этанола в растворе в промилле (при расчете учтите, что промилле – это одна тысячная доля, 0,1 ‰). Сделайте вывод о том, находился ли водитель в состоянии алкогольного опьянения, с учетом того, что состояние опьянения определяется с величины 0,3 ‰ в крови.

### Задача 2

Вещество **A** содержит 90,0 % углерода и 10,0 % водорода. При его окислении перманганатом калия получается вещество **B**, на полную нейтрализацию 0,315 г которого израсходовали 36,3 мл раствора NaOH (0,124 М). Вещество **B** взаимодействует с этиловым спиртом с образованием соединения **B**, элементный анализ которого показал содержание водорода и углерода 6,12 % и 61,2 % соответственно. При окислительном озоноллизе **A** образуется только пировиноградная (2-оксопропановая) кислота. Расшифруйте структуры соединений **A-B**, напишите уравнение реакции окисления. Изобразите все позиционные изомеры соединения **A**, какие соотношения продуктов получатся при их озоноллизе?

### Задача 3

Неизвестный минерал **A** массой 1.835 г подвергли обжигу на воздухе, в результате чего образовался газообразный продукт **B** с характерным неприятным запахом массой 1.282 г, а также два твердых бинарных соединения **C** и **D** с массами 0.796 г и 0.798 г соответственно. Известно, что в **B** массовые доли элементов равны. Вещество **C** имеет черный цвет, а **D** – темно-красный. Известно, что степень окисления металла в **C**, равна «+2», а степень окисления металла в **D** – «+3». Массовая доля кислорода в **C** равна 20.11 %, а в **D** – 30.06 %. Определите состав минерала **A**, приведите его название.

#### Задача 4

Ниже представлена методика синтеза комплексного соединения **X**:

«Готовят отдельно два раствора: 9.00 г **A** в 25 мл воды (раствор 1), 3.70 г **B** и 17.66 г **C** в 75 мл воды (раствор 2). Эти растворы смешивают на холоде и к смеси приливают 50 мл 20%-ного водного раствора аммиака. Затем через смесь просасывают в течение 2 ч сильный ток воздуха. Темно-коричневый раствор разливают в фарфоровые чашки и оставляют на несколько дней в эксикаторе или под тягой до испарения половины жидкости. Выпавшие желто-бурые кристаллы **X** отсасывают, промывают холодной водой до полного удаления хлоридов и высушивают на воздухе.

Определите неизвестные вещества **X**, **A**, **B** и **C** и напишите реакцию синтеза **X**, если известно, что:

- в индивидуальном состоянии **A** имеет голубую окраску, а его раствор розового цвета. При добавлении к раствору **A** нитрата серебра выпадает белый творожистый осадок. Массовая доля одного из элементов в **A** равна 54.6 %.

- **B** представляет собой бесцветную твердую соль, разлагающуюся с образованием газовой смеси, плотность которой по водороду равна 13.38. Твердый остаток после разложения соли не обнаруживается. Образующиеся при разложении газы обладают характерным неприятным запахом.

- **C** окрашивает пламя в желтый цвет. Термическое разложение **C** сопровождается выделением кислорода и уменьшением массы на 18.8 %. **C** используется при получении взрывчатых веществ, а также находит применение в качестве удобрения.

- **X** содержит 2 типа лигандов. Один из лигандов является электронейтральным, а второй имеет отрицательный единичный заряд. Массовая доля металла, азота, водорода и кислорода в **X** равны 19.93, 28.38, 3.05 и 48.65 % соответственно.

#### Задача 5

Даны тепловые эффекты следующих процессов.

Процесс	Энергетический эффект
Образование фосгена 396 г $\text{COCl}_2$ (г.) путем взаимодействия угарного газа с хлором	Выделяется 450 кДж
Образование 91,3 г $\text{HCl}$ (г.) из простых веществ	Выделяется 231 кДж
Образование 36 г $\text{H}_2\text{O}$ (г.) из простых веществ	Выделяется 484 кДж
Испарение 18 г $\text{H}_2\text{O}$ (ж.)	Поглощается 44 кДж
Образование 66 г $\text{CO}_2$ (г.) при окислении угарного газа кислородом	Выделяется 424,5 кДж
В ходе гидролиза уксусного ангидрида $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ (ж.) образуется 180 г уксусной кислоты	Выделяется 90 кДж

1. На основании выше приведенных данных напишите термохимические уравнения, тепловые эффекты которых соответствуют тепловым эффектам этих же реакций в расчете на 1 моль продукта.

2. +Рассчитайте тепловой эффект образования уксусного ангидрида путем взаимодействия уксусной кислоты с фосгеном  $\text{COCl}_2$  (в расчете на 1 моль).

### Задача 6

Бесцветное, нерастворимое в воде вещество **A** принадлежит ароматическому ряду. **A** имеет приятный запах гиацинта и используется в парфюмерии. При взаимодействии 1,2 г вещества с избытком аммиачного раствора оксида серебра образовалось 2,16 г серебра. При окислении **A** образуется монокарбоновая кислота **B**, обладающая запахом меда, а при восстановлении – одноатомный спирт **B**, обладающий запахом розы. Установите молекулярные формулы веществ **A**, **B**, **B**; предложите варианты структурных формул вещества **A**, назовите их. Приведите уравнения всех описанных в задаче реакций.

### Задача 7

Неизвестный металл **X** является рассеянным элементом. **X** находит широкое применение в металлургии, его соединения используются в химической промышленности и при производстве химических источников тока. Одной из наиболее распространенных солей **X** является соль **Y**, в которой массовая доля **X** равна 43.6 %. При разложении **Y** образуется оранжевый оксид **Z** (**реакция 1**). Известно, что из 10.0 г **Z** удается количественно восстановить 5.6 г **X**.

К насыщенному раствору соли **Y** добавили растворы гидросульфида аммония и аммиака, после чего в течение 4 дней через полученный раствор пропускали сероводород. В результате наблюдали образование темно-фиолетового кристаллического порошка **A**, в котором массовые доли **X**, серы и азота равны 21.8 %, 55.0 и 18.0 % соответственно (**реакция 2**). Аккуратное термическое разложение **A** в атмосфере аргона приводит к образованию черного аморфного порошка **B** (**реакция 3**).

1. Определите неизвестные вещества **X**, **Y**, **Z**, **A** и **B**.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.
3. С какой целью при получении **B** используется аргон?