

Время выполнения заданий – 240 минут
Максимальное количество баллов – 100.

Напоминание: вычисления в расчетных задачах необходимо вести с точностью приведенных в условии значений

Задача 1. Вещество А состоит из трех элементов — углерода, кислорода и хлора. В закрытом сосуде объемом 1,0 литр, содержащем 3,0 г паров А, при 70°С устанавливается давление 0,852 атм. При внесении 0,30 г А в 100 мл воды вещество полностью разлагается. После кратковременного продувания полученного раствора азотом на титрование соляной кислоты, образовавшейся в реакции, требуется 30,33 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,2 моль/л.

- 1) Определите формулу вещества А. Приведите необходимые расчеты.
- 2) Напишите уравнение реакции А с водой.

Задача 2. Смесь двух газообразных углеводородов, которые являются ближайшими гомологами, объемом 17,92 л (н.у.) смешали с парами воды и пропустили в реактор, заполненный раствором сульфата ртути. На выходе из реактора жидкие продукты сконденсировали и поглотили водой, получив раствор объемом 250 мл. Порцию этого раствора (10 мл) отобрали в отдельную колбу и обработали избытком аммиачного раствора оксида серебра, при этом было получено 1,73 г осадка металлического серебра. Газ на выходе из реактора гидратации (непрореагировавшие исходные углеводороды) имел плотность по водороду 15,8. К нему добавили двукратный избыток водорода (по отношению к количеству, необходимому для полного гидрирования обоих углеводородов) и пропустили смесь над платиновым катализатором. После реакции общий объем газовой смеси составил 33,6 л (н.у.), и она не обесцвечивала бромную воду.

- 1) Какие углеводороды составляли исходную смесь?
- 2) Определите количественный состав исходной смеси (в объемных %).
- 3) Определите степень превращения каждого из углеводородов в реакции гидратации.
- 4) Напишите уравнения упомянутых реакций.

Задача 3. Известно, что электролиты, которые в таблице растворимости обозначены как нерастворимые, тем не менее, в какой-то степени переходят в раствор в виде ионов. Растворимость таких веществ обычно характеризуют величиной произведения растворимости, которая постоянна для данного вещества при данной температуре и вычисляется как произведение равновесных концентраций (в моль/л) всех ионов, которые образуются при его диссоциации (если при диссоциации образуется несколько одинаковых ионов, то концентрация возводится в соответствующую степень). Например, произведение растворимости Ag_2S вычисляется как: $[\text{Ag}^+]^2[\text{S}^{2-}]$.

Для определения произведения растворимости иодата бария $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ провели следующий эксперимент. Приготовили насыщенный раствор иодата бария при 25°С и отобрали пипеткой порцию этого раствора (не содержащую твердых частиц) объемом 10,00 мл. Раствор из пипетки перенесли в колбу, содержащую избыток иодида калия и разбавленную соляную кислоту, при этом раствор окрасился в желтый цвет. Раствор титровали раствором тиосульфата натрия с концентрацией 0,015 моль/л до исчезновения окраски. На титрование потребовалось 8,00 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

- 1) Рассчитайте произведение растворимости иодата бария при 25°С.
- 2) Рассчитайте концентрацию насыщенного раствора иодата бария в мг/мл.

3) Напишите уравнение реакции между иодатом бария и иодидом калия в кислой среде и уравнение реакции, на которой основано титрование.

Задача 4. Минерал **Ф** состоит из трех элементов, два из которых – металлы, часто используемые для изготовления ювелирных изделий, а третий – неметалл. Минерал устойчив к действию разбавленных кислот и щелочей. При действии азотной кислоты на 13,58 г минерала он частично растворяется, при этом остается нерастворимый остаток желтого цвета, масса которого после промывания и высушивания составляет 3,94 г. Если подействовать на 13,58 г минерала **Ф** царской водкой, он переходит в раствор, и выпадает белый осадок, масса которого после отделения от раствора, промывания и высушивания равна 8,61 г. Если к раствору, полученному после обработки **Ф** азотной кислотой, добавить избыток хлорида натрия, можно получить тот же белый осадок той же массы, 8,61 г. Осадок не растворяется ни в разбавленных кислотах, ни в щелочах, но легко растворяется в водном растворе аммиака. После выпадения осадка, помимо оставшейся азотной кислоты и добавленных ионов, в растворе находится двухосновная кислота.

- 1) Из каких элементов состоит минерал? Определите его формулу. Приведите необходимые рассуждения и расчеты.
- 2) Напишите уравнения реакций растворения минерала в HNO_3 и в царской водке и реакцию растворения белого осадка в аммиаке.

Задача 5. Вещество **Х** — газ, самовоспламеняющийся на воздухе. Его молекула состоит из атомов двух элементов — **Э** и **П**. Элемент **П** является самым распространенным во Вселенной.

Получить **Х** можно взаимодействием токсичного газа **Т** (который также представляет собой бинарное соединение, состоит из элементов **Э** и **Ф**) с солью **Б**, которая широко применяется в органическом синтезе в качестве восстановителя. Соль **Б** содержит три элемента. Анион данной соли представляет собой атом **Э** в тетраэдрическом окружении атомов **П**. Катион соли **Б** – широко распространенный металл, соединения которого окрашивают пламя в желтый цвет. Реакция идет по уравнению:



Образующийся в реакции **Г** также представляет собой соль, аналогичную по составу соли **Б**, но содержит элемент **Ф** вместо **П**.

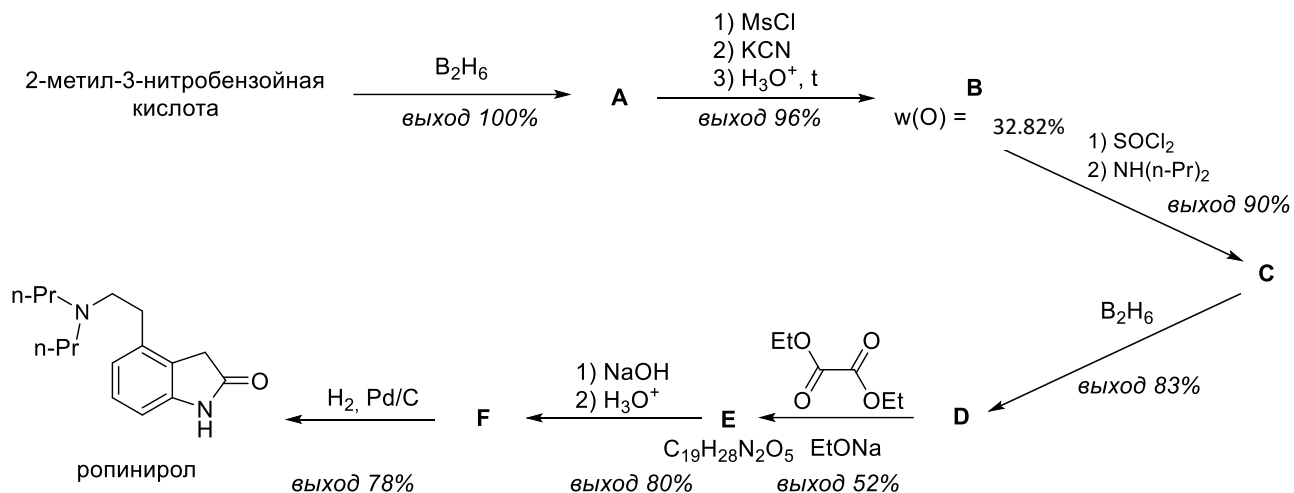
Плотности паров газов **Т** и **Х** относятся как 2,4286 : 1. Число электронов в молекуле **Т** в два раза больше, чем в **Х**, а суммарное число атомов в молекуле **Т** в два раза меньше, чем в **Х**.

Элементы **Э** и **Ф** относятся к одному периоду в таблице Д. И. Менделеева.

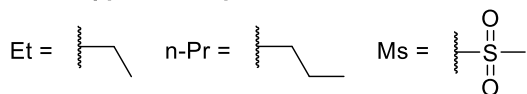
1. Определите элементы **Э**, **П**, **Ф**, а также катион соли **Б**. Ответ обоснуйте.
2. Определите газы **Х** и **Т**, а также соль **Б**. Ответ обоснуйте.
3. Изобразите структурную формулу **Х**, если известно, что в его молекуле присутствует два типа атомов **П**. Какие виды связи имеются в молекуле **Х**?
4. Приведите продукт восстановления циклогексанона солью **Б**.
5. Напишите уравнение синтеза **Х** из **Т** и определите соль **Г**.
6. Лекарство ропинирол используется для лечения болезни Паркинсона. По своему действию ропинирол – агонист (стимулятор) дофаминовых рецепторов. Компенсируя дефицит дофамина, ропинирол уменьшает симптомы паркинсонизма. Ропинирол был одобрен для медицинского применения только в 1997 году, а уже к 2022 году занял 156-е место по частоте назначения.

Неожиданная история произошла в 2012 году в связи с побочным действием ропинирола. Француз Дидье Жамбар принимал ропинирил с 2003 по 2010 год, из-за препарата у пациента развилась лудомания — патологическое влечение к азартным играм, которое продолжалось, пока он не прекратил прием препарата. После этого Жамбар подал иск в суд, и в итоге апелляционный суд Ренна обязал компанию-производителя лекарства выплатить ему огромную компенсацию.

Препарат получают исходя из 2-метил-3-нитробензойной кислоты по следующей схеме:



Расшифровка сокращений:



1) Определите промежуточные соединения А–F, изобразите их структурные формулы.

По результатам анализа промежуточных соединений известно, что соединение E (с брутто-формулой $\text{C}_{19}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{O}_5$) в своем составе содержит сложноэфирную группу, соединения А–F содержат в молекуле нитрогруппу, а массовая доля кислорода в соединении B равна 32,82%.

2) Рассчитайте массу исходной 2-метил-3-нитробензойной кислоты, которую нужно взять, чтобы получить 100 г ропинирола с учетом выходов продукта на каждой стадии, которые указаны под стрелками.