



LICEUL DE CREATIVITATE ȘI INVENTICĂ "PROMETEU-PRIM"
CONCURSUL DE CHIMIE „iChemist”
Ediția a VIII-a, 20 noiembrie 2021

XI-ый класс

Отведенное время – 120 минут

Задача 1 „Дизельные добавки” (50б)



В сравнении с бензиновыми двигателями, дизельные двигатели выделяют больше оксидов азота. Одной из добавок, используемых для уменьшения этих выбросов, является водный раствор, содержащий 32,5% органического соединения А. Из катализатора двигателя раствор впрыскивается в выхлопные газы и восстанавливает оксиды до молекулярного азота, что приводит к 10% снижению выбросов загрязняющих газов. Соединение А было получено в лаборатории, в первом органическом синтезе, путем нагревания одной из солей аммония.

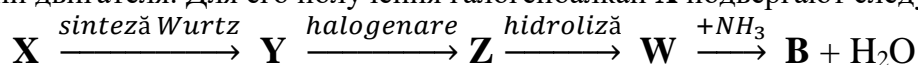
Для промышленного производства соединения А в реактор вводят стехиометрическую смесь диоксида углерода и аммиака при температуре 150 °С и давлении 5000 кПа.

1. Определите молярное соотношение диоксида углерода и аммиака, если известно, что относительная плотность газовой смеси по отношению к водороду равна 13. (3б)
2. Напишите уравнение реакции получения соединения А, зная, что побочным продуктом реакции является вода, которая испаряется в указанных условиях протекания реакции. (2б)
3. Представьте структурную формулу соединения А и укажите его название. (2б)
4. Напишите уравнение реакции, с помощью которой соединение А снижает выброс оксида азота (IV) из выхлопных газов. (2б)
5. Рассчитайте объем газовой смеси, который необходимо ввести в реактор (в условиях реакции) для получения вещества А, необходимого для приготовления 10 л жидкой добавки ($\rho = 1,088 \text{ г/см}^3$). (6б)
6. Укажите имя химика, получившего соединение А, и название аммониевой соли, которая послужила ему в качестве неорганического сырья в первом органическом синтезе: (Обведите букву /буквы, соответствующие правильному ответу) (1б)
 - а. Берцелиус, карбонат аммония
 - б. Бутлеров, гидрокарбонат аммония
 - в. Шорлеммер, карбамат аммония
 - г. Wolher, цианат аммония

Цетановое число (СС) - это показатель, характеризующий легкость воспламенения дизельного топлива в дизельных двигателях. Чтобы определить СС, дизельное топливо сравнивают со смесью н-цетана и изоцетана, которая ведет себя аналогичным образом. Цетан имеет СС = 100, а изоцетан имеет СС = 15. Для расчета цетанового числа дизельного топлива используется формула: $CC = w(\text{цетан}) + 0,15w(\text{изоцетан})$.

7. Укажите молекулярную формулу этих углеводородов, зная, что изоцетан имеет систематическое название 2,2,4,4,6,8,8-гептаметилнонан. (1б)
8. Представьте формулу полуразкрытой структуры изоцетана и укажите молярное соотношение четвертичных атомов углерода к первичным. (2б)
9. Рассчитайте процентное содержание цетана в дизельном топливе с СС = 51. (1б)

Органическое соединение В - одна из добавок, используемых в качестве ингибитора процесса коррозии двигателя. Для его получения галогеноалкан X подвергают следующей серии превращений:



10. Определите молекулярную формулу соединения X, зная, что оно содержит 62,832% хлора. (5б)
11. Представляет полуразвернутую структурную формулу соединения X, зная, что Y получают полным гидрированием бензола. (3б)
12. Напишите уравнения реакций в предложенной последовательности с целью получения соединения В, используя полуразвернутые структурные формулы. (8б)
13. Укажите систематические названия соединений X, Y, Z, W и В. (5б)

Соединение **D** используется в авиации как противодетонационная добавка. При барботировании в известковой воде диоксида углерода, полученного при сжигании 50 см^3 соединения **D** ($\rho = 0,693 \text{ г/см}^3$), образуется $242,55 \text{ г}$ белого осадка.

14. Определите молекулярную формулу соединения **D** - жидкого углеводорода, имеющего плотность паров относительно воздуха, равную $3,448$. (5б)

15. Представьте структурную формулу детонатора и укажите его название, если известно, что вещество содержит четвертичный и третичный атом углерода. (2б)

16. Рассчитайте количество тепла, выделяемого при сгорании образца соединения **D**, если значение молярной теплоты сгорания вещества **D** составляет 4803 кДж/моль . (2б)

Задача 2 „Топливо для Генцианы” (50б)



Генциана - это название первой зенитной ракеты, управляемой радиоволнами, которую нацистская Германия испытала во время Второй Мировой Войны. Ракетный двигатель работал на смеси двух жидких топлив.

Первый компонент, называемый *шалфеем*, содержит азотную и серную кислоты. Для определения процентного состава этого топлива, образец аналогичной смеси, массой $110,25 \text{ г}$, нейтрализуется, в присутствии

фенолфталеина, раствором гидроксида натрия концентрацией $12,5 \text{ М}$.

1. Определите процентный состав кислотной смеси, если для нейтрализации данной пробы требуется $143,2 \text{ мл}$ раствора гидроксида натрия. (10б)

2. Объясните, почему это жидкое топливо может иметь красноватый цвет. (2б)

Для приготовления смеси *шалфея* массой $110,25 \text{ г}$ смешивается концентрированная серная кислота ($w = 98\%$ и $\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$) с концентрированной азотной кислотой ($w = 68\%$, $\rho = 1,52 \text{ г/см}^3$). Для устранения воды из кислотной смеси используется смесь диоксида азота и кислорода.

3. Напишите уравнение реакции устранения воды из смеси концентрированных кислот. (2б)

4. Как вы объясните, что при низких температурах диоксид азота стабилен в виде димера? (2б)

5. О димере диоксида азота можно сказать следующее: (Обведите букву /буквы, соответствующие правильному ответу) (3б)

- а. - бесцветная жидкость;
- б. обладает парамагнитными свойствами;
- с. имеет полярную молекулу;
- д. имеет плоскую молекулу;
- е. содержит две делокализованные π -связи;
- г. проявляет сильные редуцирующие свойства.

6. Рассчитайте объемы раствора азотной и серной кислот, соответственно, которые необходимо смешать для приготовления $110,25 \text{ г}$ *шалфея*. (10б)

7. Укажите 2 меры безопасности, которые необходимо учитывать при производстве топлива под названием *шалфей*. (2б)

Второй компонент топлива, используемый для *Генцианы*, представляет собой жидкое органическое вещество **X**, которое может быть получено путем добавления жидкости **A** к газу **B**. Газ **B** является газообразным углеводородом, плотность которого, при нормальных условиях, равна $1,161 \text{ г/см}^3$. Жидкость **A** представляет собой органическое соединение, которое смешивается с водой в любой пропорции и имеет такое же количество углерода, что и газ **B**. При сжигании $13,2 \text{ мл}$ соединения **X** ($\rho = 0,75 \text{ г/см}^3$) выделяется $12,32 \text{ л}$ диоксида углерода (н.у.) и образуется $9,9 \text{ г}$ воды.

8. Определите молекулярные формулы органических соединений **A**, **B** и **X**. (9б)

9. Напишите уравнение реакции получения вещества **X** и укажите его структурную формулу. (2б)

10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых соединение **B** может быть преобразовано в соединение **A**, и укажите названия образовавшихся промежуточных продуктов. (5б)

11. О веществе **B** можно указать следующее: (Обведите букву /буквы, соответствующие правильному ответу) (3б)

- а. это водорастворимое соединение;
- б. это ненасыщенный спирт;

- с. обесцвечивает бромную воду;
- г. содержит три вторичных атома углерода;
- д. имеет плоскую молекулу;
- е. содержит sp - и sp^3 -гибридизированные атомы углерода в соотношении 1: 1.

Всего – 100 б

Желаем Вам УДАЧИ!