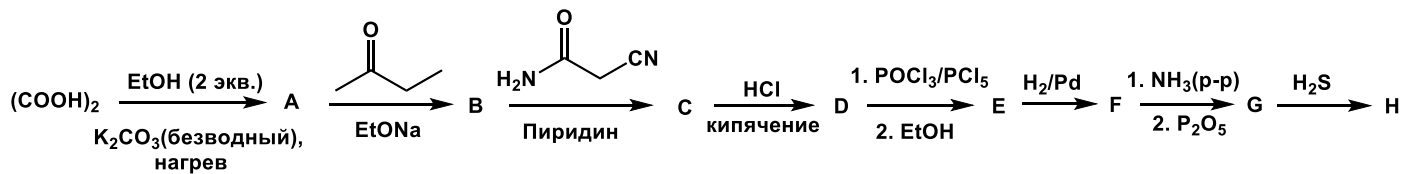


Задача 1.

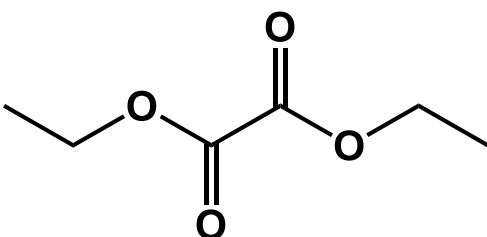
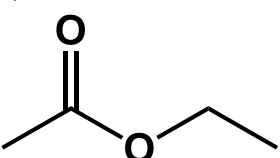
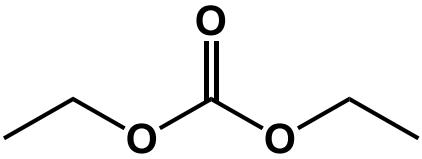
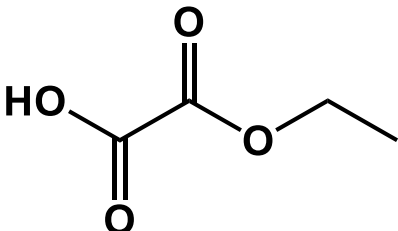
Тиоорганические соединения – обширная группа органических веществ, содержащих атомы серы в функциональных группах аналогичных кислородсодержащим. Так, тиамины – органические соединения, нашедшие свое применение в качестве антибиотиков при лечении туберкулеза. Вещество **Н**, схема промышленного получения которого представлена ниже, как раз является таким антибиотиком:



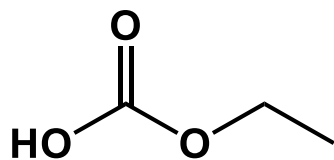
1) Из перечисленных ниже функциональных групп выберите ту, которая не имеет серосодержащего аналога:

- А) гидроксильная
- В) карбоксильная
- С) альдегидная
- Д) простоэфирная
- Е) амино-группа

2) На первой стадии процесса происходит этерификация субстрата. Из предложенных структур выберите формулу соединения **A**.

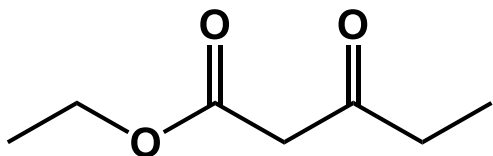
- А) 
- В) 
- С) 
- Д) 

Е)

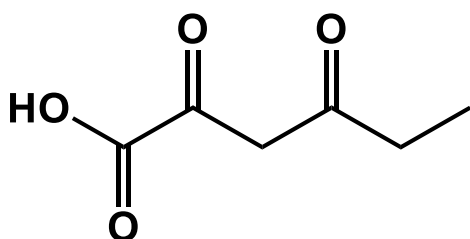


3) Вещество **В** – продукт конденсации по одной из функциональных групп вещества **А**. Из предложенных структур выберите формулу соединения **В**.

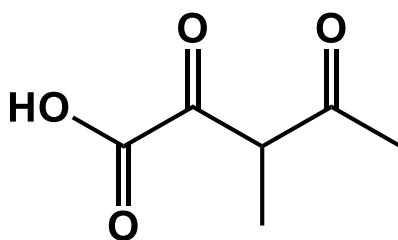
А)



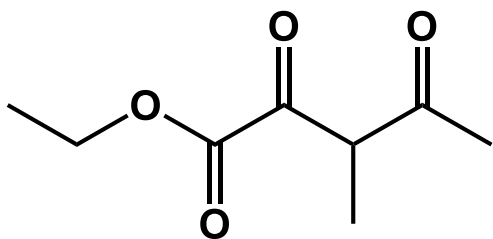
В)



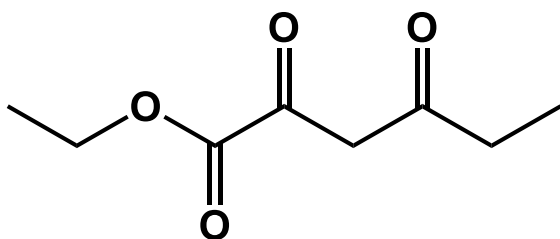
С)



Д)



Е)



4) Превращение вещества **А** в **В** является именной реакцией. Она называется:

А) Реакция Фишера

В) Альдольно-кетоновая конденсация

С) Конденсация Кляйзена

Д) Обращение Вальдена

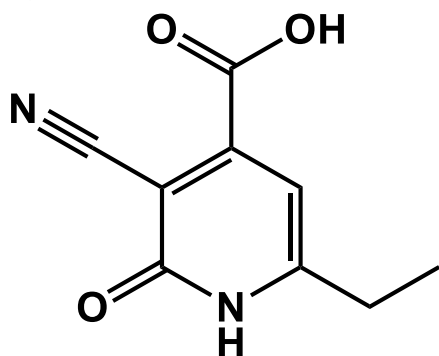
Е) Реакция Кулинковича

5) Вещество **В** может образовывать комплексные соединения с переходными металлами, например, медью по β -дикетонному фрагменту. Число его центров связывания как лиганда в таком комплексе равно:

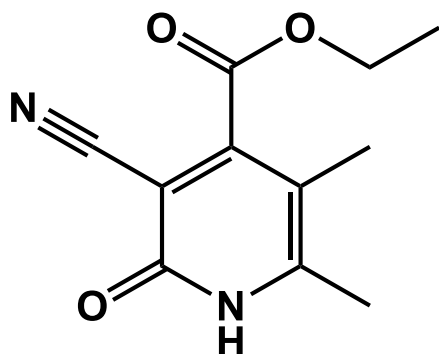
- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

6) В ходе образования вещества **С** происходит циклоприсоединение, в условиях такого превращения пиридин катализирует только процесс циклизации и не вступает в побочные реакции. Из предложенных структур выберите формулу соединения **С**.

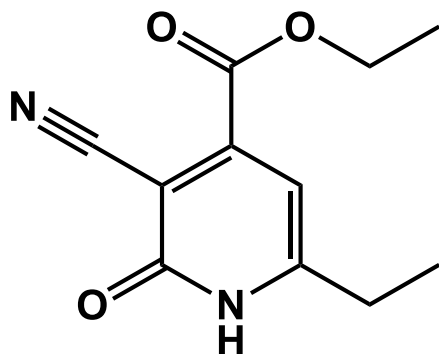
A)



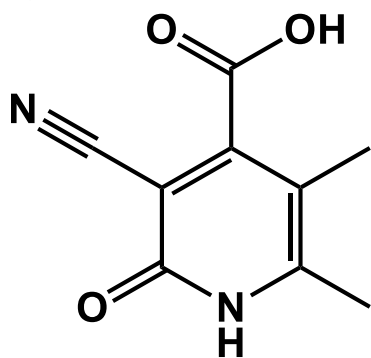
B)



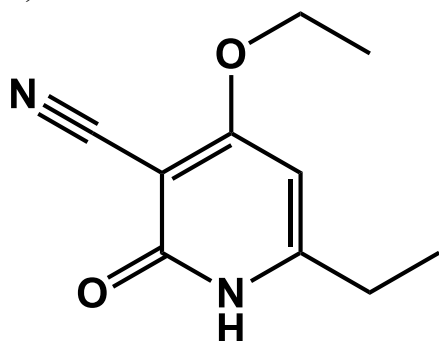
C)



D)



E)



7) Является ли гетероциклическая система вещества **C** ароматичной?

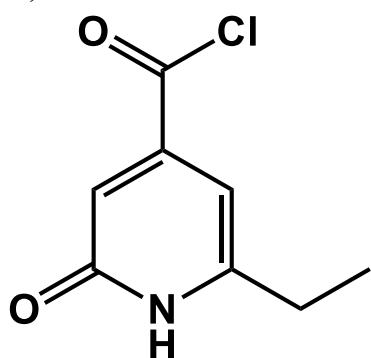
A) Да, является

B) Нет, не является

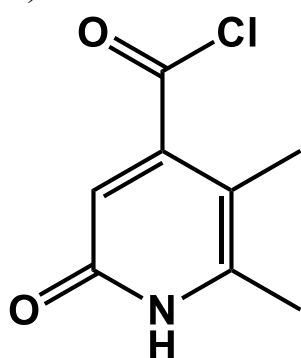
C) В молекуле нет гетероциклов, есть только углеродный цикл.

8) На следующей стадии процесса соляная кислота удаляет циано-группу и вступает в реакцию по еще одной функциональной группе молекулы. Из предложенных структур выберите формулу соединения **D**.

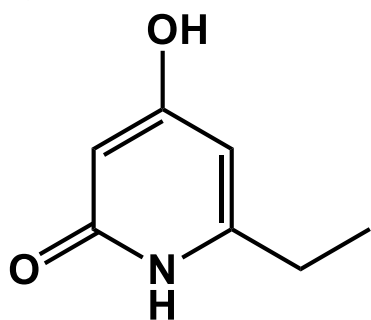
A)



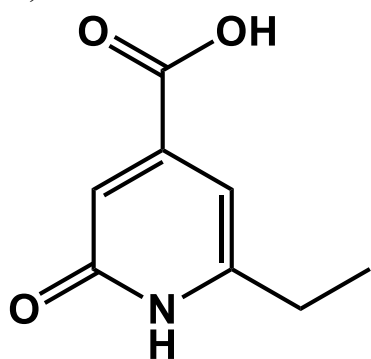
B)



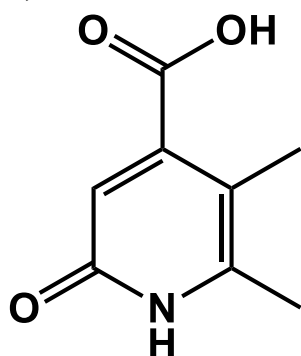
C)



D)

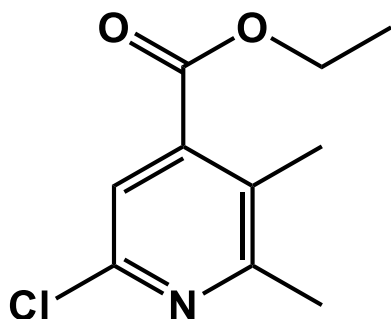


E)

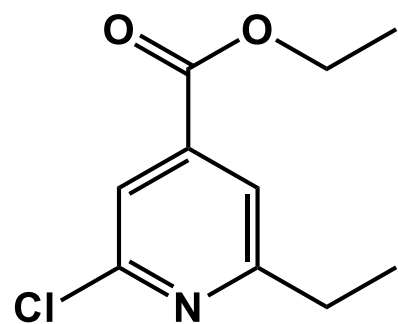


9) При синтезе вещества **Е** один из реагентов необходим для реакции замещения в ароматической системе, а другой – для замещения в боковой цепи молекулы. Из предложенных структур выберите формулу соединения **Е**.

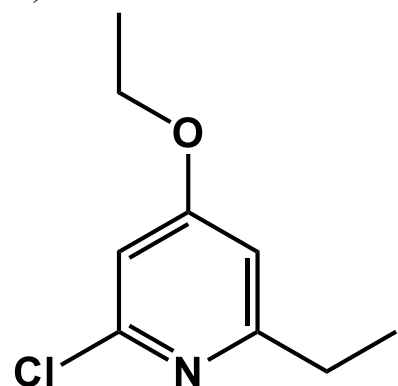
A)



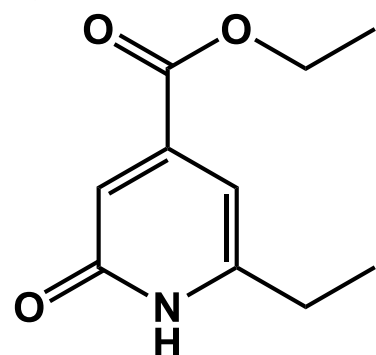
B)



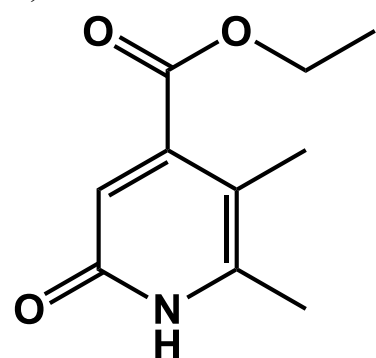
C)



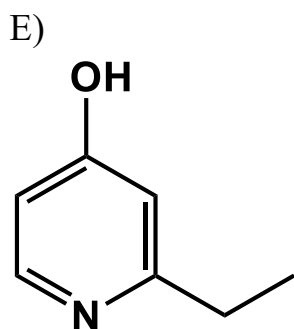
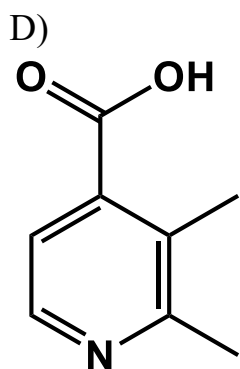
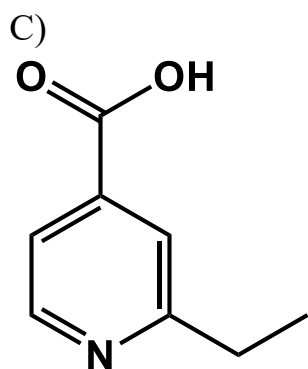
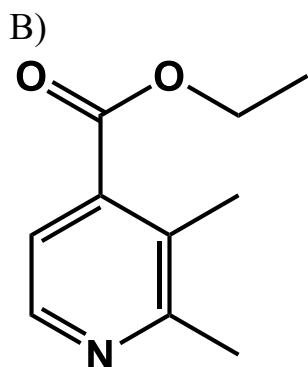
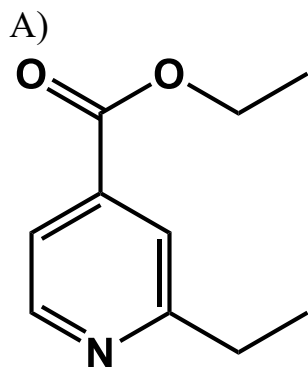
D)



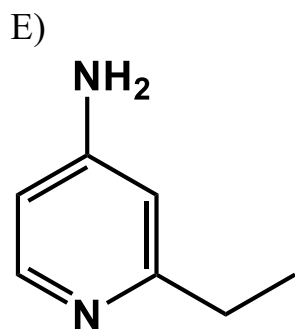
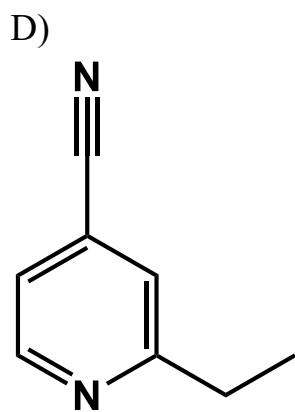
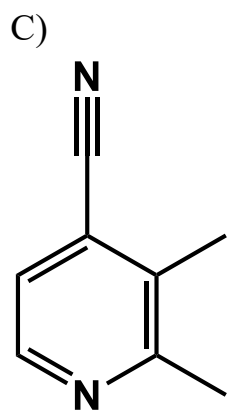
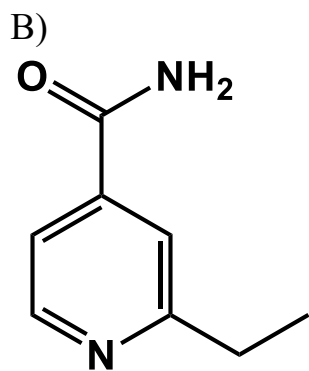
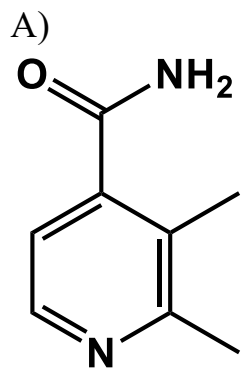
E)



10) При каталитическом гидрировании соединения **Е** добиваются таких условий, что происходит только восстановление в ароматической системе без нарушения ароматичности и превращений других функциональных групп. Из предложенных структур выберите формулу соединения **В**.



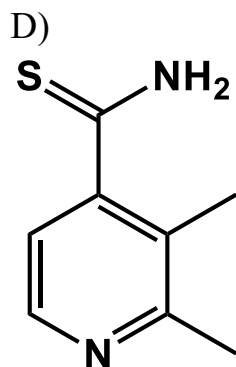
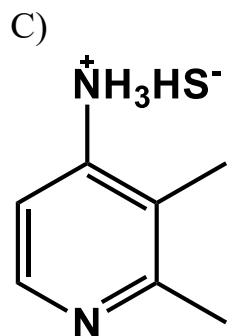
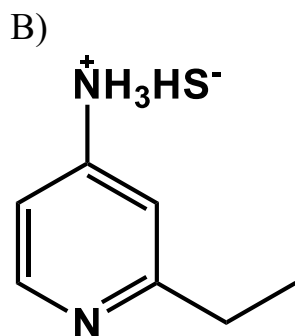
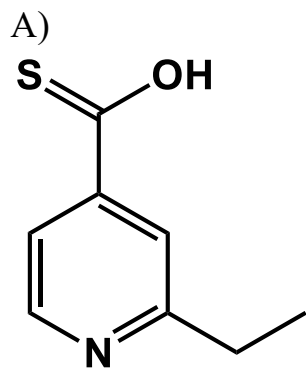
11) Следующая стадия процесса характерна длительной обработкой субстрата раствором аммиака и последующим применением избытка сухого оксида фосфора (V). Из предложенных структур выберите формулу соединения G.

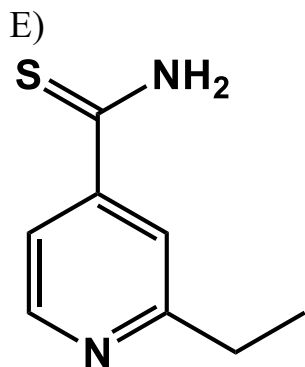


12) В этом превращении оксид фосфора используется в качестве:

- A) Окислителя
- B) Водоотнимающего реагента
- C) Восстановителя
- D) Кислоты
- E) Основания

13) На последней стадии процесса происходит присоединение молекулы сероводорода. Из предложенных структур выберите формулу соединения **Н**.





14) Вещество **Н** является:

- А) Кислотой
- В) Основанием
- С) Проявляет амфотерные свойства
- Д) Не проявляет кислотно-основных свойств

15) Гетероцикл в основе веществ **С-Н** называется:

- А) Морфолин
- В) Пиперазин
- С) Пиридин
- Д) Пиперидин
- Е) Пурин

Задача 2.

В целях заботы об экологии нашей планеты большое число автопроизводителей уже освоили производство электромобилей, а в мире их уже насчитывается около 56 миллионов. Однако, на данный момент подавляющее число автомобилей по-прежнему приводится в движение двигателями внутреннего сгорания (ДВС), потребляющими в качестве топлива бензин.

Бензин — это жидкая горючая смесь легких углеводородов, для горения которой в двигатель подается воздух.

16) Какие вещества являются основными продуктами, образующимися при сгорании бензина в ДВС?

- А) CH_2O , H_2O
- В) CO_2 , H_2O
- С) NO_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- Д) CO , H_2
- Е) H_2O , C

Основной характеристикой бензина является его октановое число, именно его указывают в марках бензина. Например, бензин марки АИ-98 имеет октановое число равное 98. Октановое число характеризует детонационную стойкость бензина, т.е. его способность воспламеняться именно в тот момент, который необходим для правильной и эффективной работы ДВС.

Октановое число бензина определяется лабораторными испытаниями, где исследуемое топливо сравнивают с эталоном, за который принята смесь н-гептана и изооктана. При этом эталон, состоящий на 100% (по объёму) из н-гептана, имеет октановое число, равное 0. А состоящий на 100% (по объёму) из изооктана – 100.

17) *Эталон, соответствующий бензину марки АИ-95, можно приготовить смешав...*

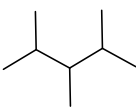
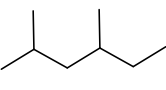
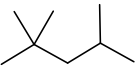
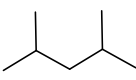
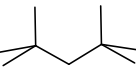
- А) 2,5 л н-гептана и 47,5 л изооктана
- В) 3 л н-гептана и 29 л изооктана
- С) 4,5 л н-гептана и 50 л изооктана
- Д) 11 л н-гептана и 44 л изооктана
- Е) 37 л н-гептана и 2 л изооктана

Для установления структурной формулы изооктана был записан его масс-спектр.

Масс-спектрокопия — это высокочувствительный физико-химический метод анализа, определяющий и количественный состав вещества путем ионизации его молекул. В процессе ионизации органическое вещество распадется на наиболее устойчивые карбокатионы, отношение массы к заряду (m/z) которых определяется при помощи детектора.

В масс-спектре изооктана наблюдается несколько сигналов, наиболее интенсивные из которых имеют соотношение m/z равное 43 и 57. При этом катионы, которым принадлежат эти сигналы, в молекуле изооктана между собой соединены одним метиленовым звеном CH_2 .

18) *Какую структурную формулу имеет изооктан?*

- А) 
- В) 
- С) 
- Д) 
- Е) 

19) *Какая теплота выделяется при сгорании 1 моля изооктана? (Для расчётов используйте справочные данные)*

- А) 4976 кДж
- В) 6090 кДж
- С) 5437 кДж
- Д) 6180 кДж
- Е) 5101 кДж

Бензины с высоким октановым числом используются в двигателях с высокой степенью сжатия. Степень сжатия – это конструктивная характеристика двигателя, показывающая, во сколько раз уменьшается общий объем смеси топлива и воздуха по сравнению с изначальным объёмом при её сжатии. В момент, когда смесь максимально сжата, двигатель её поджигает, и топливо сгорает.

Предположим, что в качестве топлива используется изооктан. Пусть для одного акта сгорания топлива в двигатель подаётся 40 мг газообразного изооктана и стехиометрически необходимое количество воздуха при $T = 298,15 \text{ К}$ и $P = 1 \text{ атм}$.

20) *Какое давление создается в двигателе в момент сгорания топлива, при условии, что сгорание происходит мгновенно, степень сжатия равна 11, и только 42% от всего выделяющегося тепла идёт на нагрев рабочих газов? (Теплоёмкости некоторых газов приведены в справочных данных; все газы являются идеальными)*

- A) 48,8 атм
- B) 51,7 атм
- C) 46,1 атм
- D) 55,0 атм
- E) 41,9 атм

Для повышения детонационной стойкости бензина используют различные вещества, которые называют топливными присадками.

Первой наиболее распространённой присадкой стало вещество **X**, которое обозначается аббревиатурой ТЭС и синтезируется из свинцово-натриевого сплава и хлорэтана.

21) *Какую молярную массу имеет вещество X?*

- A) 323 г/моль
- B) 351 г/моль
- C) 287 г/моль
- D) 356 г/моль
- E) 402 г/моль

В настоящее время ТЭС запрещено использовать на законодательном уровне во всех государствах мира.

22) *По какой причине ТЭС сегодня не используется?*

- A) ТЭС чрезвычайно трудно производить по причине того, что он самовоспламеняется при любом контакте с воздухом.
- B) Крупнейшая техногенная катастрофа в мире произошла на заводе по производству ТЭС.
- C) В настоящее время производство ТЭС экономически невыгодно.
- D) ТЭС является канцерогеном и ядом, а выбросы при его сгорании отравляют природу.
- E) ТЭС негативно влияет на износостойкость двигателя, ускоряя при этом его коррозию в разы.

В составе выхлопных газов ДВС присутствует большое количество веществ, загрязняющих атмосферу. Среди них есть оксиды азота, монооксид углерода, сажа и др.

23) Оцените температуру, при которой образование оксида азота (II) становится термодинамически возможным. (Примите, что энтальпия и энтропия не зависят от температуры)

- A) 2549 К
- B) 7395 К
- C) 9850 К
- D) 1541 К
- E) 3471 К

Определение содержания оксидов азота в воздухе основано на их реакции со специальным реактивом, состоящим из кислого раствора сульфаниловой кислоты и 1-нафтиламина (Рисунок 1). Продукт этой реакции окрашивает раствор в красный цвет. По интенсивности окраски можно оценить концентрацию оксидов азота.

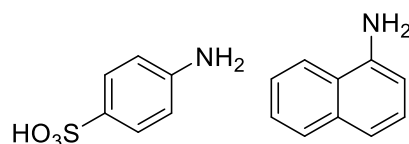
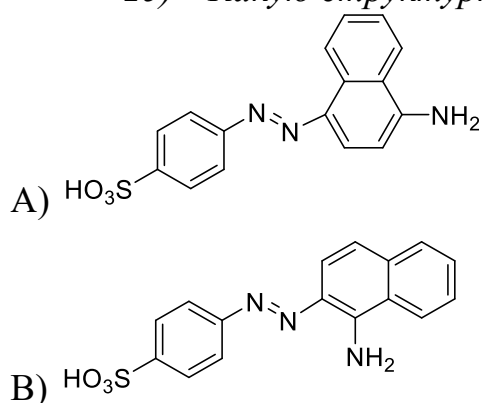


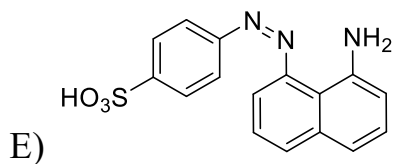
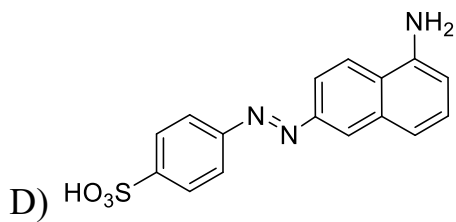
Рисунок 1. Структурные формулы сульфаниловой кислоты и 1-нафтиламина соответственно

24) Какие ионы могут присутствовать в растворе, который долго находился в комнате, загрязнённой NO и NO₂?

- A) N₂H₅⁺, NH₄⁺
- B) NO₃⁻, NO⁻
- C) H₃O⁺, N₂O₂²⁻
- D) OH⁻, NH₄⁺
- E) NO₂⁻, NO₃⁻

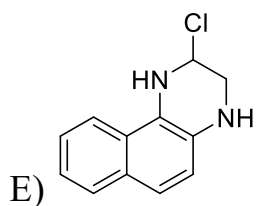
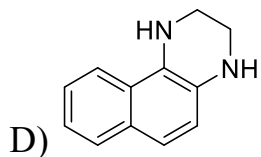
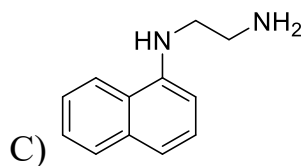
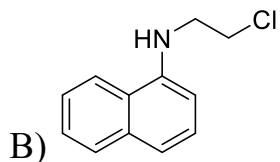
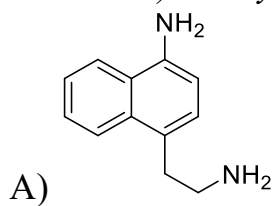
25) Какую структурную формулу имеет окрашенный продукт реакции?





В более продвинутой версии этой реакции вместо 1-нафтиламина используется вещество **Y**, которое может быть получено при реакции 1-нафтиламина и 2-хлорэтанамин. Вещество **Y** по сравнению с 1-нафтиламином лучше растворяется в воде и при это намного менее токсично.

26) Какую структурную формулу имеет **Y**?



Справочные данные:

$$E_{\text{связи}}(\text{O}=\text{O}) = 498 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{связи}}(\text{C}-\text{C}) = 346 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{связи}}(\text{C}-\text{H}) = 413 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{связи}}(\text{O}=\text{C}) = 803 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{связи}}(\text{O}-\text{H}) = 463 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{связи}}(\text{C}=\text{C}) = 611 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{связи}}(\text{C}\equiv\text{C}) = 837 \text{ кДж/моль}$$

$$C(\text{N}_{2(\text{г})}) = 7/2 \cdot R \text{ (где } R \text{ – универсальная газовая постоянная)}$$

$$C(\text{O}_{2(\text{г})}) = 7/2 \cdot R \text{ (где } R \text{ – универсальная газовая постоянная)}$$

$$C(\text{CO}_{2(\text{г})}) = 13/2 \cdot R \text{ (где } R \text{ – универсальная газовая постоянная)}$$

$$C(\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}) = 6 \cdot R \text{ (где } R \text{ – универсальная газовая постоянная)}$$

$$\Delta_f H^\circ_{298}(\text{NO}, \text{г.}) = 90,37 \text{ кДж/моль}$$

$$S^\circ_{298}(\text{NO}, \text{г.}) = 210,62 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

$$S^\circ_{298}(\text{O}_2, \text{г.}) = 205,30 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

$$S^\circ_{298}(\text{N}_2, \text{г.}) = 191,50 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$