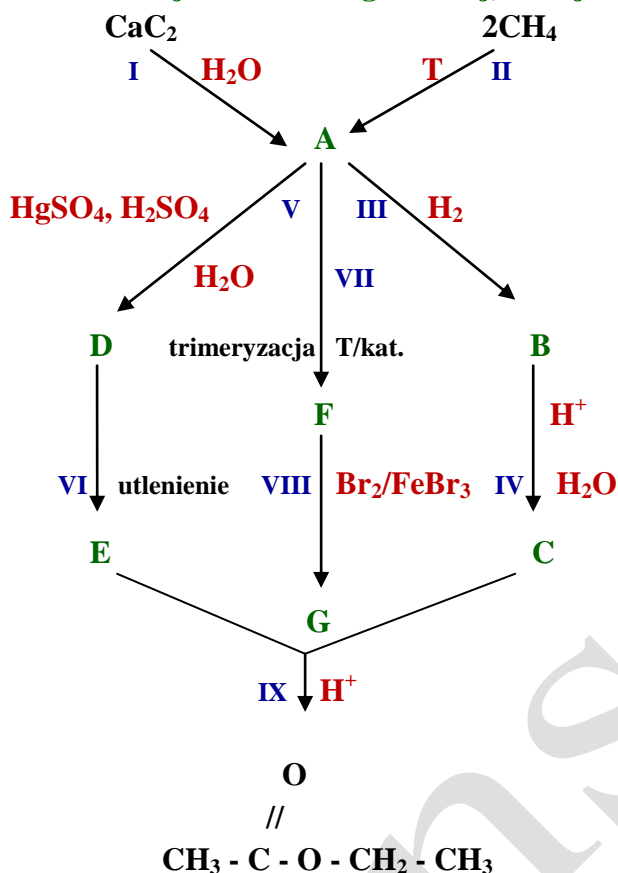


Mat. powtórzeniowy: zad. dot. procesów wieloetapowych w chemii organicznej

Zad.1. Zapisz równania reakcji przedstawionych na poniższym schemacie, określ typ reakcji w chemii organicznej, nadaj nazwy systematyczne produktom reakcji:



Rozwiązanie:

I. $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{T}(1500^\circ\text{C})} \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH} \equiv \text{CH}$ (produkt A - etyn/acetylen),

II. $2\text{CH}_4 + 3[\text{O}] \xrightarrow{\text{kat./Ni}} \text{CH} \equiv \text{CH} + 3\text{H}_2\text{O}$ (produkt A - etyn/acetylen)

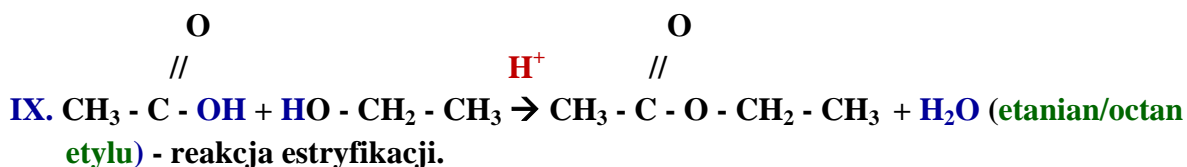
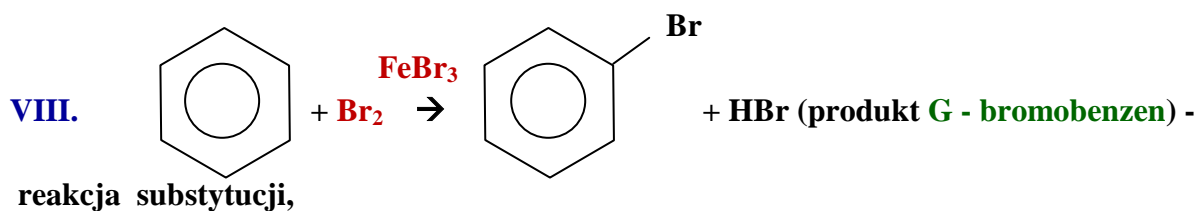
III. $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{kat./Ni}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2$ (produkt B - eten/etylen) - addycja - hydrogenacja,

IV. $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H} - \text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ (produkt C - etanol) - addycja - hydratacja,

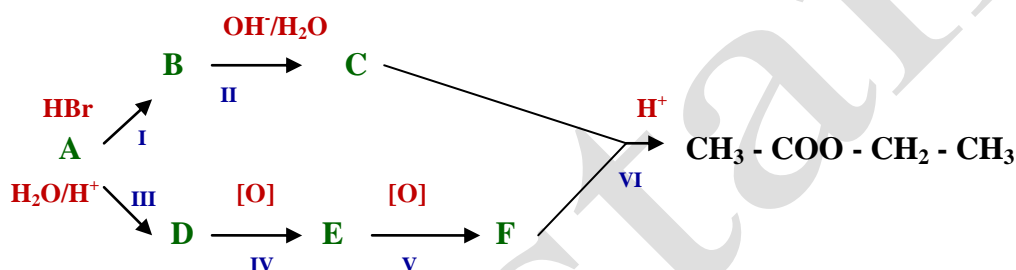
V. $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{H} - \text{OH} \xrightarrow{\text{HgSO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{OH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CHO}$ (produkt D - etanal/aldehyd octowy) - addycja - hydratacja, reakcja Kuczerowa),

VI. $\text{CH}_3 - \text{CHO} + [\text{O}] \xrightarrow{\text{kat. utleniacz - Cu}(\text{OH})_2} \text{CH}_3 - \text{COOH}$ (produkt E - kwas etanowy /kwas octowy) - katalityczne utlenienie - [kat. utleniacz - $\text{Cu}(\text{OH})_2$ - reakcja Trommera]

VII. $3\text{CH} \equiv \text{CH} \xrightarrow{\text{T/kat.}} \text{C}_6\text{H}_6$ (produkt F - benzen) - trimeryzacja



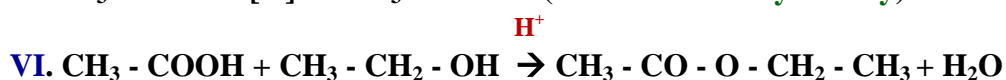
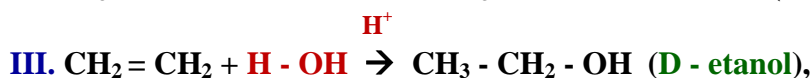
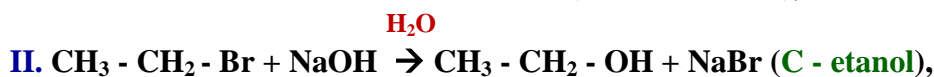
Zad.2. Zapisz równania reakcji przedstawionych na poniższym schemacie, dla związków oznaczonych literami **A, B, C, D, E i F** podaj nazwy systematyczne:



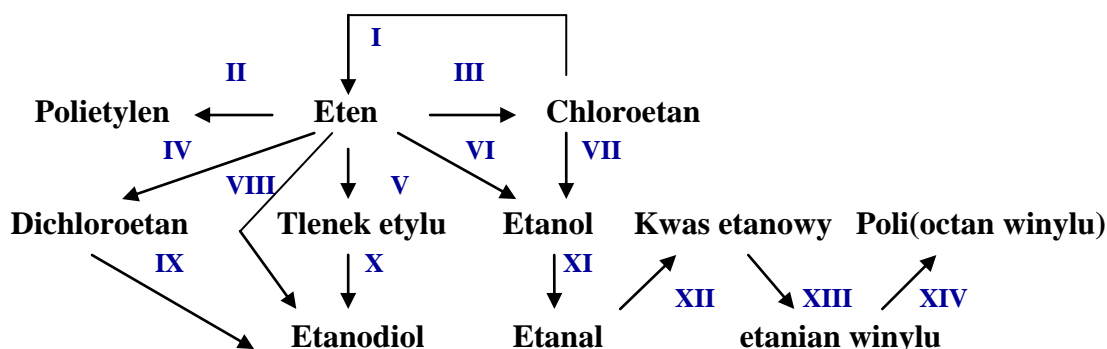
Rozwiązanie:

- ❖ Produktom końcowym jest etanian etylu - produkt estryfikacji kwasu etanowego - **F** i alkoholu etylowego - **C** (etanolu),
- ❖ etanol można otrzymać w reakcji wodnego roztworu mocnej zasady (II) z halogenoalkanem - bromoetanem - **B**,
- ❖ ten z kolei można otrzymać w reakcji addycji halogenowodoru przez alken - **A** (eten),
- ❖ drugą metodą otrzymywania alkoholi jest reakcja addycji wody w obecności kat. H^+ - **D** przez alkeny, w tym przypadku etenu/etyleny - **A**,
- ❖ alkohole I - rzędowe (etanol) w procesie katalitycznego utlenienia dają aldehydy - **E** (etanal),
- ❖ katalityczne utlenianie aldehydów prowadzi do powstanie kwasów karboksylowych - **F** (kwas etanowy/octowy).

A - eten (etylen)

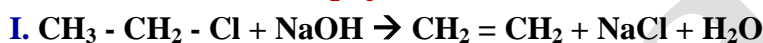


Zad.3. Zapisz równania reakcji chemicznych przedstawionych na poniższym schemacie dobierając warunki reakcji i ewentualnie drugi substrat reakcji:



Rozwiązanie:

- ❖ R. eliminacji w alkoholowym roztworze mocnej zasady



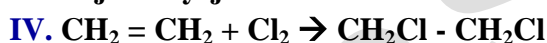
- ❖ Reakcja polimeryzacji w podwyższonej temp. zwiększonym ciśnieniem



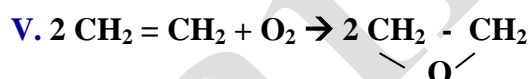
- ❖ Reakcja addycji chlorowodoru - r. samorzutna



- ❖ Reakcja addycji chloru - r. samorzutna



- ❖ Utlenienie etenu w obecności katalizatora w podwyższonej temp.



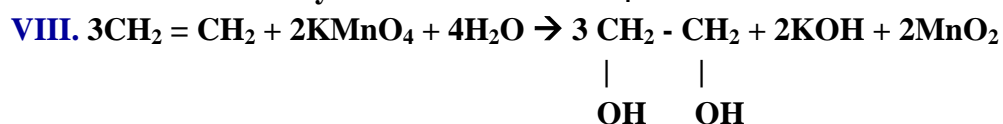
- ❖ Addycja wody w obecności H^+



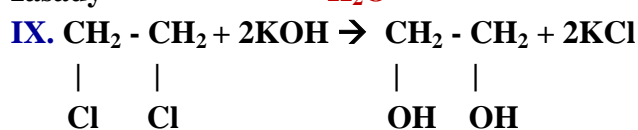
- ❖ R. substytucji nukleofilowej - r. halogenoalkanu z wodnym roztworem mocnej zasady



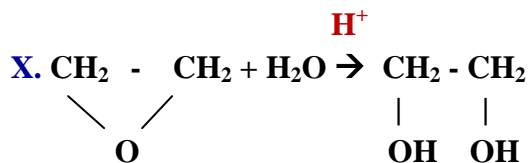
- ❖ Utlenienie etenu wodnym roztworem KMnO_4



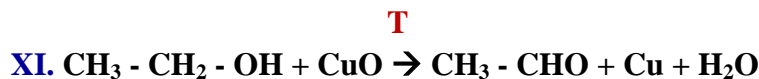
- ❖ R. substytucji nukleofilowej - r. dihalogenoalkanu z wodnym roztworem mocnej zasady



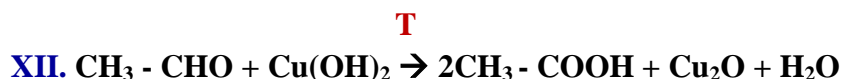
- ❖ R. addycji wody przez tlenek etylu w obecności H^+



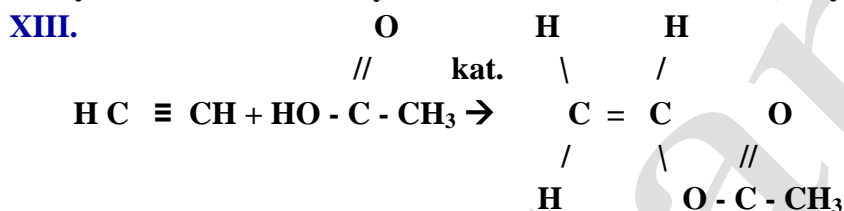
- ❖ Katalityczne utlenienie alkoholu I-rz w podwyższonej temp.



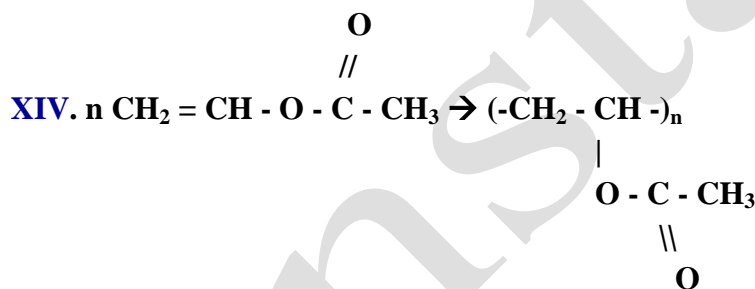
- ❖ Katalityczne utlenienie aldehydu (r. Trommera)



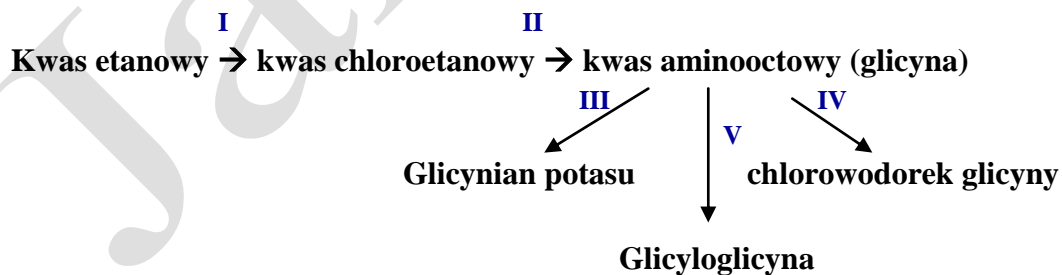
- ❖ R. etynu z kwasem etanowym w obecności katalizatora (addycja)



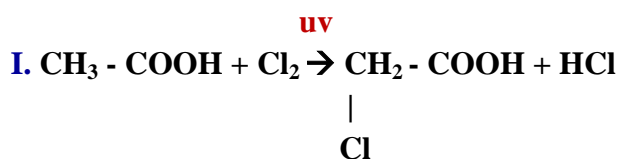
- ❖ Reakcja polimeryzacji



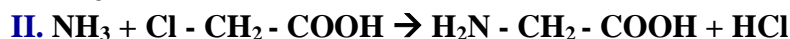
Zad. 4. Stosując wzory grupowe zapisz równania reakcji przemian chemicznych przedstawionych na poniższym schemacie:



- ❖ Jednofunkcyjne pochodne węglowodorów wchodzi w reakcje wynikające z grupy funkcyjnej, ale również w reakcje wynikające z grupy węglowodorowej, w tym przypadku grupa R ulega reakcji substytucji rodnikowej



- ❖ Reakcja alkilowania amin



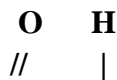
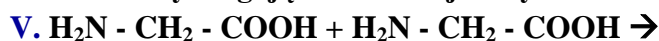
- ❖ Glicyna zawiera grupę karboksylową, więc wchodzi w reakcje takie same jak kwasy karboksylowe



- ❖ Grupa aminowa wykazuje charakter zasadowy, wchodzi w reakcje z kwasami



- ❖ Aminokwasy ulegają kondensacji z wydzielaniem cząsteczki wody



Zad.5. Oblicz, ile moli glicyloglicyny powstanie, jeżeli w mieszaninie reakcyjnej znajdowało się po 10 moli kwasu octowego, chlorowodoru i amoniaku a reakcje zaszły z następującą wydajnością: (zad. 4) I etap - 90%, II etap - 70%, V etap - 50%.

Rozwiązanie:

- ❖ Obliczenie ogólnej wydajności:

$$\eta = 0,9 \times 0,7 \times 0,5 \times 100\% = 31,5\%$$

- ❖ Obliczenie liczby moli

$$2 \text{ mole kwasu etanowego} \text{ ----- } 31,5\% \times 1 \text{ mol glicyloglicyny}$$

$$10 \text{ moli} \text{ ----- } x$$

$$\text{-----}$$

$$x = 1,625 \text{ mola}$$

Zad. 6. Ustal wzór sumaryczny polihydroksylowego fenolu i nadaj mu nazwę systematyczną, jeżeli w procesie jego nitrowania powstaje tylko jedna nitro pochodna - zapisz równanie reakcji nitrowania. Jego masa molowa wynosi 110g/mol, fenol ten zawiera: 65,45% C, 5,45% H, 29,1% O.

Rozwiązanie:

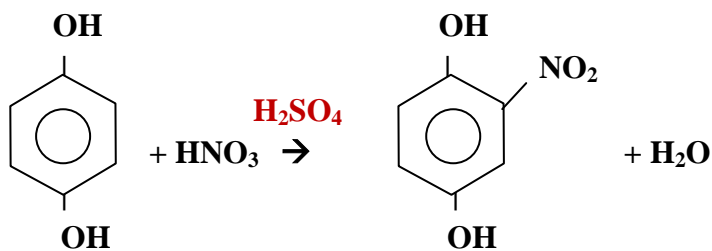
- ❖ Obliczenie liczby atomów C, H i O na podstawie składu procentowego i masy molowej:

$$n_{\text{C}} = \frac{\% \cdot M}{M_{\text{C}} \cdot 100\%} = \frac{65,45\% \cdot 110 \text{ g/mol}}{\frac{12 \text{ g}}{\text{mol}} \cdot 100\%} = 6 \quad n_{\text{H}} = \frac{\% \cdot M}{M_{\text{H}} \cdot 100\%} = \frac{5,45\% \cdot 110 \text{ g/mol}}{\frac{1 \text{ g}}{\text{mol}} \cdot 100\%} = 6$$

$$n_{\text{O}} = \frac{\% \cdot M}{M_{\text{O}} \cdot 100\%} = \frac{29,1\% \cdot 110 \text{ g/mol}}{\frac{16 \text{ g}}{\text{mol}} \cdot 100\%} = 2$$

- ❖ Wzór sumaryczny $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$; $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$

- ❖ Ustalenie nazwy i równanie nitrowania: grupa -OH należy do podstawników I-rodzaju i kolejne podstawniki kieruje w pozycje orto lub para, skoro powstaje tylko jedna pochodna, więc pozycja para musi być zajęta przez jedną z dwóch grup hydroksylowych:



1,4-benzenodiol (hydrochinon)

Zad. 7. Dobierz substraty i warunki przebiegu reakcji oraz zaproponuj cykl przemian chemicznych prowadzących do otrzymania : a) cykloheksanolu, b) kwasu pikrynowego - triazotanu(V) fenolu.

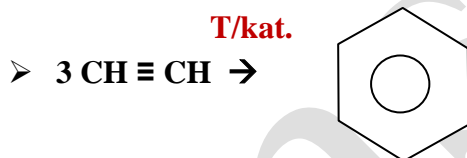
Rozwiązanie:

a) otrzymanie cykloheksanolu

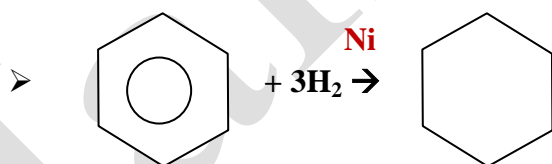
❖ otrzymanie acetylenu (etynu) z węgliku wapnia



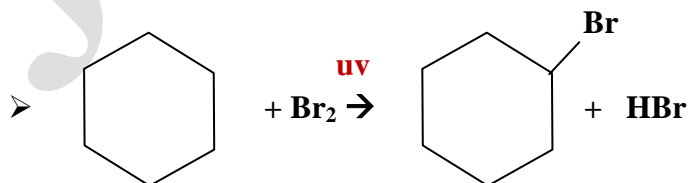
❖ Otrzymanie benzenu w reakcji trymeryzacji



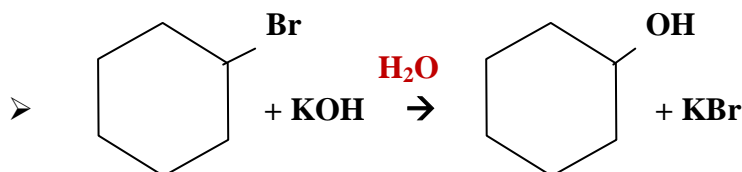
❖ Hydrogenacja - addycja wodoru w obecności kat.



❖ Halogenowanie cykloheksanu - substytucja rodnikowa



❖ Substytucja nukleofilowa w reakcji halogenowęgłowodoru z wodnym roztworem mocnej zasady

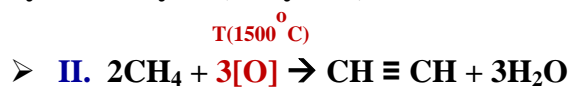


b) otrzymywanie kwasu pikrynowego

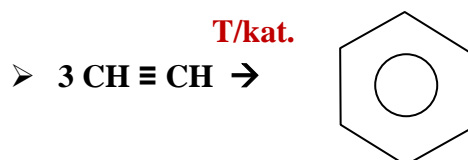
❖ Otrzymanie metanu z acetylenku glinu



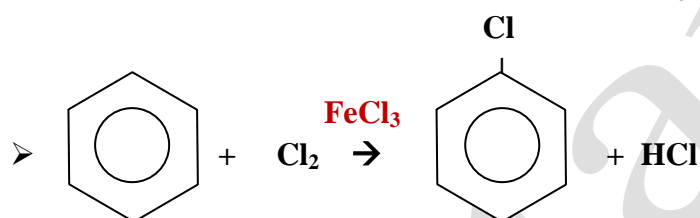
❖ Otrzymanie etynu (acetyleny) z metanu



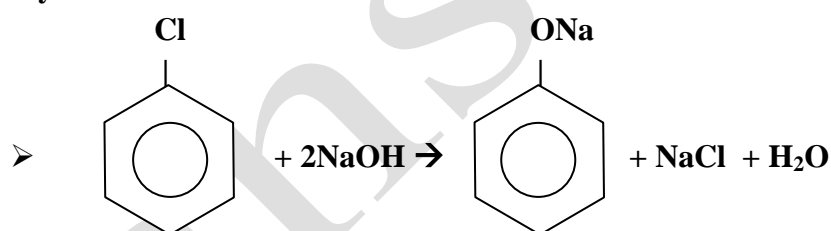
❖ Otrzymanie benzenu w reakcji trimeryzacji



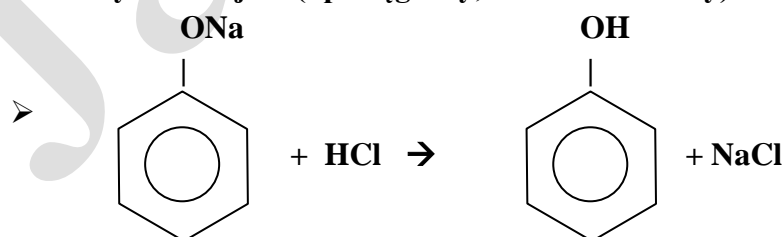
❖ Chlorowanie benzenu w obecności katalizatora FeCl_3 - r. substytucji



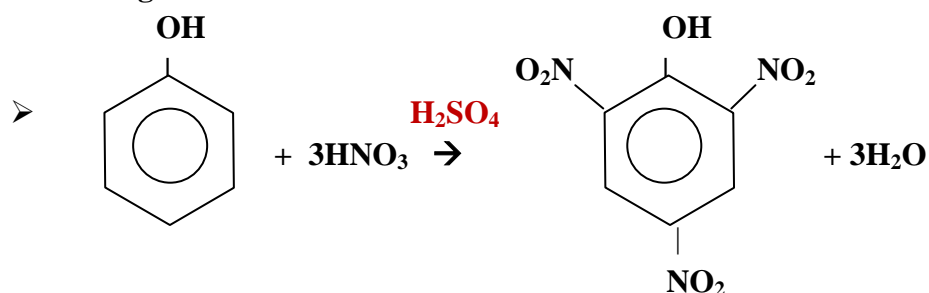
❖ Substytucja w reakcji halogenowęgłowodoru z wodnym roztworem mocnej zasady



❖ W reakcji powstaje fenolan sodu, fenol jako słaby kwas jest wypierany z soli przez kwasy mocniejsze (np. węglowy, chlorowodorowy)



❖ Nitrowanie fenolu - ulega łatwiej nitrowaniu niż benzen, nawet w obecności rozcieńczonego H_2SO_4



Zad. 9. Gęstość par w wyznaczona warunkach normalnych monohalogenopochodnej węglowodoru aromatycznego wynosi 7,634g/dm³, związek ten zawiera 49,12% C, 4,10% H i 46,78% Br. Ustal wzór sumaryczny tego związku, zapisz wzory grupowe dwóch izomerów tego związku należące do dwóch różnych szeregów homologicznych oraz zaproponuj cykl przemian prowadzących do otrzymania tych izomerów, w obu przypadkach wychodząc z etynu/acetyleny dobierając drugi substrat oraz warunki reakcji.

Rozwiązanie:

❖ Obliczenie masy molowej związku i liczby atomów C, H i Br w cząsteczce

$$\begin{array}{l} \text{➤ } 1\text{dm}^3 \text{ ----- } 7,634\text{g} \\ 22,4\text{dm}^3/\text{mol} \text{ ----- } x \\ \text{-----} \end{array}$$

$$x = 171\text{g/mol}$$

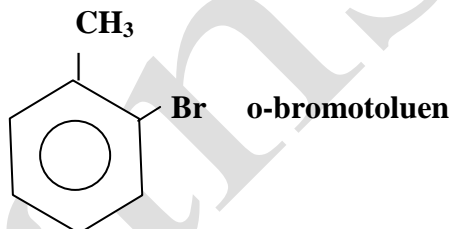
$$n_C = \frac{\% \cdot M}{M_C \cdot 100\%} = \frac{49,12\% \cdot 171\text{g/mol}}{\frac{12\text{g}}{\text{mol}} \cdot 100\%} = 7 \quad n_H = \frac{\% \cdot M}{M_H \cdot 100\%} = \frac{4,10\% \cdot 171\text{g/mol}}{\frac{1\text{g}}{\text{mol}} \cdot 100\%} = 7$$

$$n_{Br} = \frac{\% \cdot M}{Br \cdot 100\%} = \frac{46,78\% \cdot 171\text{g/mol}}{\frac{80\text{g}}{\text{mol}} \cdot 100\%} = 1$$

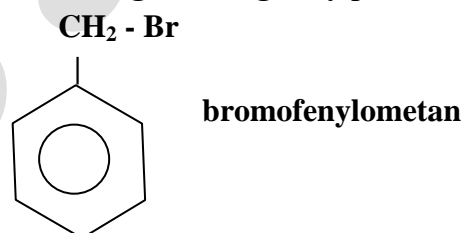
➤ C₇H₇Br

❖ Wzory grupowe izomerów należących do różnych szeregów homologicznych:

➤ Szereg homologiczny pochodnych węglowodorów aromatycznych

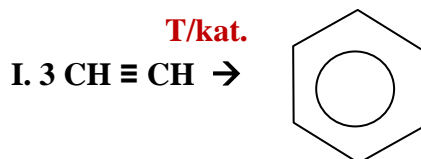


➤ Szereg homologiczny pochodnych alkanów



❖ Cykl przemian prowadzących do otrzymywania metylobenzenu (toluenu)

➤ Otrzymanie benzenu z etynu w reakcji trymeryzacji



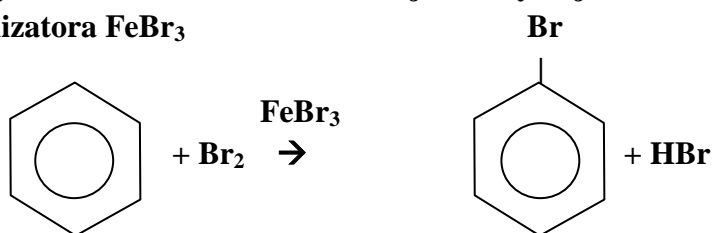
- Otrzymanie bromometanu - reakcja substytucji radnikowej

uv



- Otrzymanie bromobenzenu - reakcja substytucji radnikowej w obecności katalizatora FeBr_3

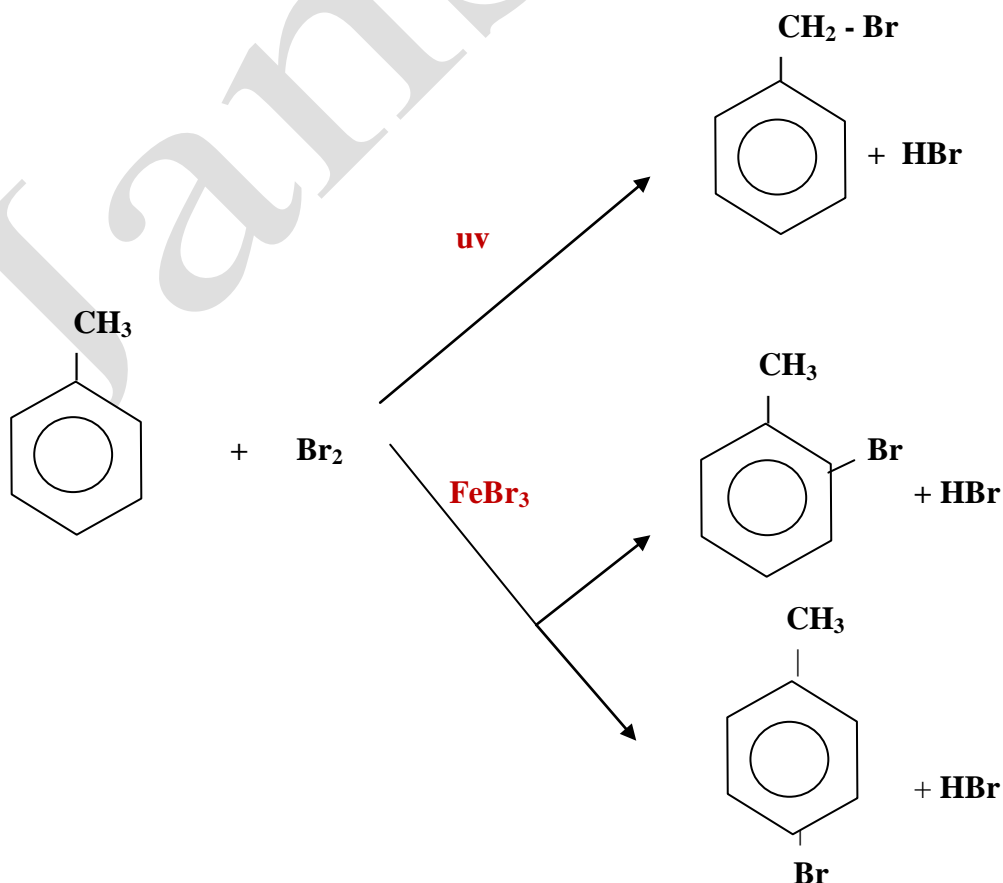
III.



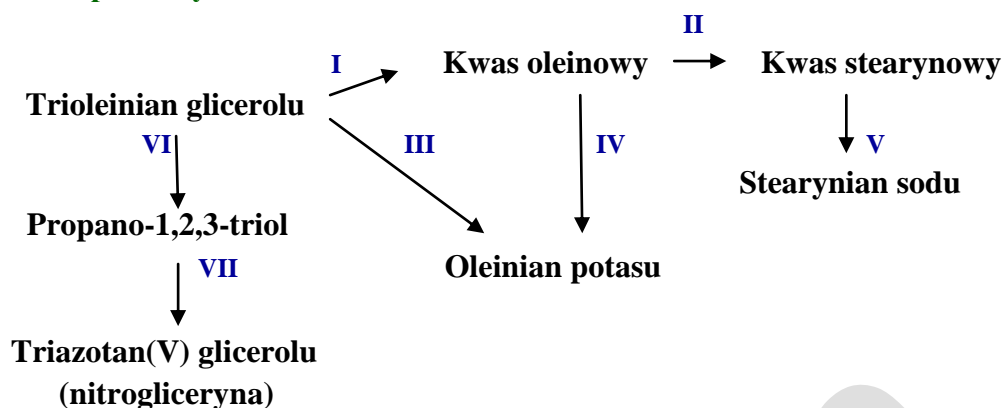
- Reakcja Würtza-Fittiga (analogiczna dla reakcji Würtza dla węglowodorów alifatycznych) z sodem



- ❖ Bromowanie toluenu - o produkcie decydują warunki bromowania (halogenowania) toluenu, mogą powstać: orto-bromotoluen, para-bromotoluen (grupa metylowa - alkilowa jest podstawnikiem I rodzaju) lub bromofenolometan:

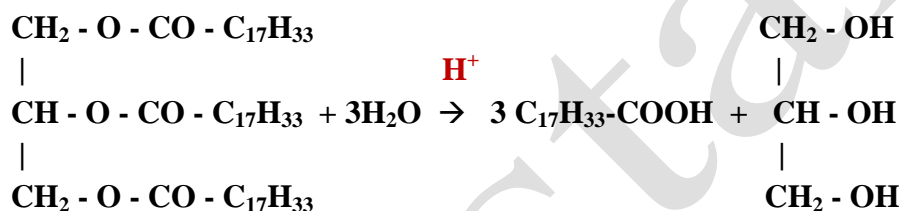


Zad. 10. Zapisz równania reakcji przemian chemicznych przedstawionych na poniższym schemacie:



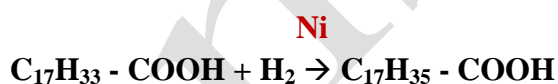
❖ Hydroliza trioleinianu glicerolu w środowisku kwasowym - etap I i VI

➤ **Przemiana I i VI**



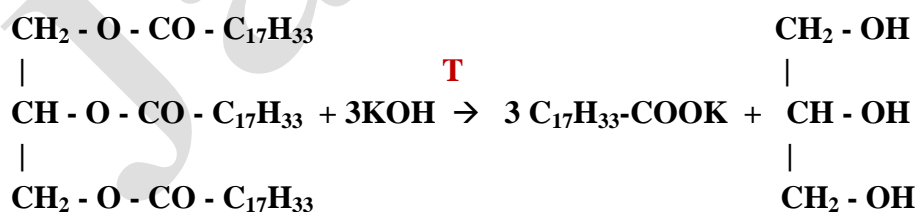
❖ Addycja wodoru w obecności katalizatora

➤ **Przemiana II**



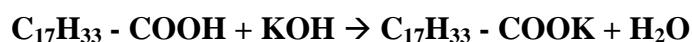
❖ Hydroliza trioleinianu glicerolu w środowisku zasadowym

➤ **Przemiana III**



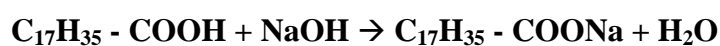
❖ Zbojętnianie kwasu oleinowego zasadą potasową

➤ **Przemiana IV**



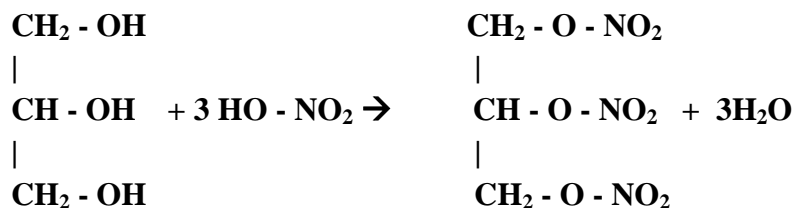
❖ Zbojętnianie kwasu stearynowego zasadą sodową

➤ **Przemiana V**



❖ Nitrowanie glicerolu

➤ Przemiana VII



Zad. 11. W oparciu o przemiany z zadania 10 wykonaj następujące obliczenia:

- wyznacz liczbę zmydlenia dla trioleinianu glicerolu (**liczba zmydlenia** to liczba mg KOH niezbędna do całkowitego zobojętnienia kwasów karboksylowych po zmydleniu 1g tłuszczu) - **przemiana III**
- wyznacz liczbę jodową dla trioleinianu (**liczba jodowa** to liczba gramów jodu przyłączonych przez nienasycone reszty kwasowe zawarte w 100g tłuszczu) - **przemiana II** - zamiast wodoru należy przyjąć jod oraz uwzględnić, że w cząsteczce glicerydu znajdują się 3 reszty kwasowe
- objętość wodoru (warunki normalne) niezbędną do całkowitego utwardzenia 1kg trioleinianu glicerolu (**przemiana II**)
- oblicz liczbę gramów mydła potasowego otrzymanego po zmydleniu 1kg trioleinianu glicerolu (**przemiana III**)

Rozwiązanie

- a) wyznaczenie liczby zmydlenia:

❖ Obliczenie masy molowej trioleinianu glicerolu i KOH :

- $M = 54 \times 12\text{g/mol} + 104 \times 1\text{g/mol} + 6 \times 16\text{g/mol} = 848\text{g/mol}$
- $M_{\text{KOH}} = 39\text{g/mol} + 16\text{g/mol} + 1\text{g/mol} = 56\text{g/mol} = 56000\text{mg/mol}$
- Obliczenie liczby zmydlenia

$$\begin{array}{rcl}
 848 \text{ g} & \text{-----} & 3 \times 56000\text{mg KOH} \\
 1\text{g} & \text{-----} & x \\
 \text{-----} & & \\
 & & x = 198,11\text{mg KOH}
 \end{array}$$

- b) wyznaczenie liczby jodowej

❖ W skład 1 mola glicerydu wchodzi 3 reszty nienasyconego kwasu oleinowego, w cząsteczkach których wstępuje 1 wiązanie podwójne, więc w 1 molu tego glicerydu znajdują się 3 mole wiązań podwójnych, w procesie wysycania następuje przyłączenie 3 moli jodu

- Masa molowa jodu: $M_{\text{I}_2} = 254\text{g/mol}$
- Masa molowa glicerydu $M = 848\text{g/mol}$
- Obliczenie liczby jodowej

$$\begin{array}{rcl}
 848\text{g} & \text{-----} & 3 \times 254\text{g} \\
 100\text{g} & \text{-----} & x \\
 \text{-----} & & \\
 & & x = 89,86\text{g jodu}
 \end{array}$$

c) obliczenie objętości wodoru w warunkach normalnych

- ❖ W skład 1 mola glicerydu wchodzi 3 reszty nienasyconego kwasu oleinowego, w cząsteczkach których wstępuje 1 wiązanie podwójne, więc w 1 molu tego glicerydu znajdują się 3 mole wiązań podwójnych, w procesie wysycania następuje przyłączenie 3 moli wodoru
- Objętość 1 mola wodoru w warunkach normalnych: $V_{\text{mol}} = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$
- Masa molowa glicerydu: $M = 848 \text{ g/mol}$, masa glicerydu $m = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$
- Obliczenie objętości wodoru:

$$\begin{array}{rcl} 848 \text{ g} & \text{-----} & 3 \times 22,4 \text{ dm}^3 \\ 1000 \text{ g} & \text{-----} & x \end{array}$$

$$x = 79,25 \text{ dm}^3 \text{ wodoru}$$

d) obliczenie masy otrzymanego mydła potasowego (oleinianu potasu) - z jednego mola glicerydu (848g) otrzymuje się 3 mole modła

- ❖ Obliczenie mas molowych
 - Masa molowa glicerydu: $M = 848 \text{ g/mol}$
 - Masa molowa mydła:

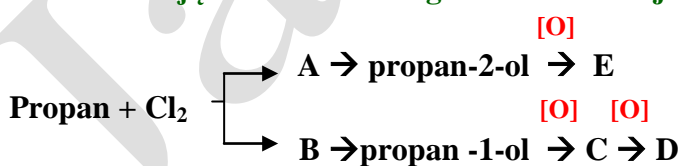
$$M = 18 \times 12 \text{ g/mol} + 33 \times 1 \text{ g/mol} + 2 \times 16 \text{ g/mol} + 39 \text{ g/mol} = 320 \text{ g/mol}$$
 - Masa glicerydu: $m = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$

❖ Obliczenie masy mydła:

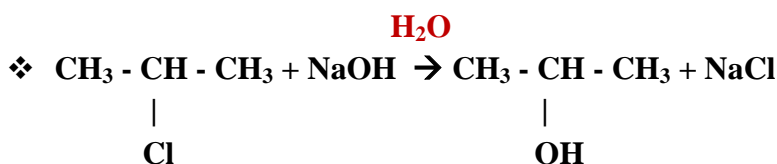
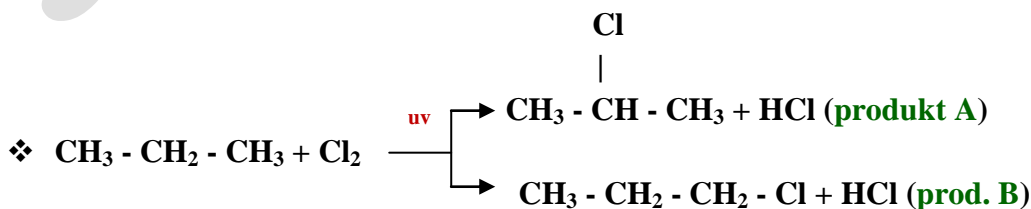
$$\begin{array}{rcl} 848 \text{ g} & \text{-----} & 3 \times 320 \text{ g} \\ 1000 \text{ g} & \text{-----} & x \end{array}$$

$$x = 1132 \text{ g mydła.}$$

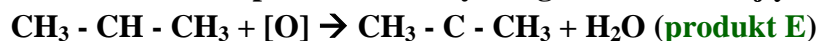
Zad. 12. W reakcji substytucji rodnikowej przebiegającej współbieżnie i zgodnie z regułą Zajcewa, w przypadku propanu mogą powstać dwa izomery halogenopropanu. Zapisz równania reakcji wg poniższego schematu dobierając warunki i drugi substrat reakcji:



Rozwiązanie:



- ❖ Alkohole II-rz. w procesie katalitycznego utlenienia dają ketony



- ❖ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{NaCl}$
- ❖ Alkohole I-rz. w procesie katalitycznego utlenienia dają aldehydy
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} + [\text{O}] \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHO} + \text{H}_2\text{O} \text{ (produkt C)}$
- ❖ W reakcji katalitycznego utlenienia aldehydów powstają kwasy karboksylowe
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHO} + [\text{O}] \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH} \text{ (produkt D)}$



Zad. 13. Reakcją charakterystyczną dla aldehydów (R - C - H) jest próba Trommera i próba Tollensa (aldehydy wykazują właściwości redukujące). Czy można użyć tych prób do chemicznej identyfikacji metanalu i kwasu metanowego?

Rozwiązanie: Analiza budowy cząsteczek związków:

Metanal H-CHO

Kwas metanowy H - COOH



- ❖ Odp. Obie cząsteczki posiadają identyczne ugrupowanie atomów (**kolor czerwony**), czyli dadzą pozytywną próbę Tollensa i Trommera, stąd nie można tych reakcji zastosować do identyfikacji tych związków.



Zad. 14. Reakcją charakterystyczną dla ugrupowania atomów $\text{CH}_3 - \text{C} -$ jest próba jodoformowa - w reakcji z roztworem jodu w wodnym roztworze jodku potasu i wodnym roztworem NaOH powstaje CHI_3 - jodoform (tetrajodometan) związek barwy żółtej, o charakterystycznej woni, nierozpuszczalny w wodzie. Czy można zastosować powyższą próbę do identyfikacji chemicznej propanonu i kwasu etanowego?

Rozwiązanie: Analiza budowy cząsteczek związków:

Propanon

Kwas etanowy



- ❖ Odp. Próba jodoformowa nie ma zastosowania w przypadku tych cząsteczek, ponieważ w obu przypadkach posiadają identyczną grupę atomów i dadzą pozytywny wynik tej próby.