

Materiał powtórzeniowy do sprawdzianu - jednofunkcyjne pochodne węglowodorów - halogenowęglowodory, alkohole, fenole, aldehydy, ketony + przykładowe zadania - Cz. I

## I. Jednofunkcyjne pochodne i grupy funkcyjne

**Grupa funkcyjna** - atom lub grupa atomów, które połączone z grupą węglowodorową tworzą cząsteczkę pochodnej węglowodorowej i nadają danej grupie połączeń charakterystyczne właściwości (grupa funkcyjna współdecyduje o właściwościach fizycznych i chemicznych pochodnej węglowodoru).

**Jednofunkcyjno pochodne węglowodorów** - cząsteczki węglowodoru, w których atom lub atomy wodoru zostały podstawione (zastąpiono) grupą funkcyjną.

Wzór grupy	Nazwa grupy	Ogólny wzór pochodnej	Nazwa pochodnej
- X (-Cl; - Br; -I)	Halogenowa	R - X Ar - X	Halogenowęglodory
- OH	Wodorotlenowa (hydroksylowa)	R - OH Ar - OH	Alkohole Fenole
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ - \text{C} \\   \\ \text{H} \end{array}$	aldehydowa	R - CHO Ar - CHO	Aldehydy
$\begin{array}{c} \backslash \\ \text{C} = \text{O} \\ / \end{array}$	Ketonowa (karbonylowa)	$\begin{array}{cc} \text{R} & \text{R} \\ \backslash & \backslash \\ \text{C} = \text{O}; & \text{C} = \text{O} \\ / & / \\ \text{R} & \text{Ar} \end{array}$	Ketony

### Przykładowe zadanie:

1. Które z poniższych cząsteczek należą do jednofunkcyjnych pochodnych węglowodorów?

#### Rozwiązanie:

- $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ , (1-funkcyjna, dwie grupy tego samego rodzaju)
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$ , (1-funkcyjna)
- $\text{CH}_2 - \text{CHBr} - \text{CH}_2 - \text{OH}$  (2-funkcyjna, dwie grupy funkcyjne różnego rodzaju)
- $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CHBr} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ , (1-funkcyjna, dwie grupy tego samego rodzaju)
- $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$  (2-funkcyjna, dwie grupy różnego rodzaju)
- $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3$  (2-funkcyjna, dwie grupy różnego rodzaju)



- $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{OH}$ , (1-funkcyjna, jedna grupa funkcyjna)
- $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CHO}$ , (1-funkcyjna, jedna grupa funkcyjna).

## II. Halogenowęglowodory (fluorowcowęglowodory)

Pochodne różnych węglowodorów, w których atom lub atomy wodoru zostały zastąpione halogenami. Halogenowęglowodory wykazują większą aktywność chemiczną niż węglowodory.

### 1. Otrzymywanie:

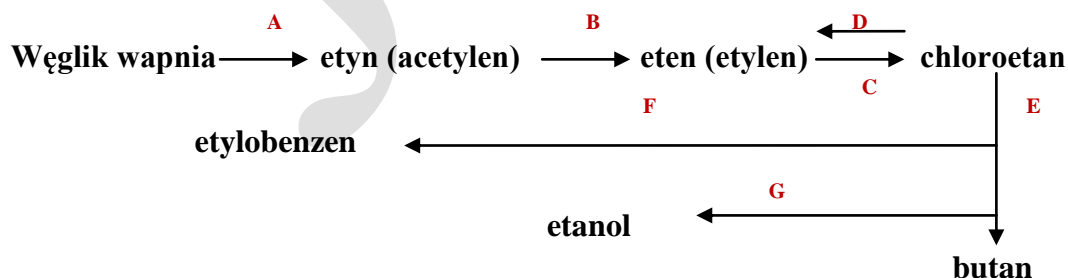
- **Reakcje substytucji alkanów** halogenami (uv, lub temp.) zgodnie z regułą Zajcewa
  - ❖  $C_nH_{2n+2} + X_2 \rightarrow C_nH_{2n+1}-X + HX$
- **Reakcje addycji halogenów** przez alkeny lub alkiny,
  - ❖  $C_nH_{2n} + X_2 \rightarrow C_nH_{2n}X_2$
  - ❖  $C_nH_{2n-2} + 2X_2 \rightarrow C_nH_{2n-2}X_4$
- **Reakcje addycji halogenowodorów** przez alkeny lub alkiny zgodnie z regułą Markownikowa
  - ❖  $C_nH_{2n} + HX \rightarrow C_nH_{2n+1}-X$ ,
  - ❖  $C_nH_{2n-2} + HX \rightarrow C_nH_{2n-1}-X$
  - ❖  $C_nH_{2n-2} + 2HX \rightarrow C_nH_{2n}X_2$

### 2. Typowe reakcje halogenowodorów:

- **Reakcje z wodnymi roztworami mocnych zasad** → alkohole (**reakcje substytucji nukleofilowej**)
  - ❖  $C_nH_{2n+1}-X + NaOH \rightarrow C_nH_{2n+1}-OH + NaX$ ,
- **Reakcje z alkoholowymi roztworami mocnych zasad** → węglowodory nienasycone (**reakcja eliminacji**)
  - ❖  $C_nH_{2n+1}-X + KOH \rightarrow C_nH_{2n-2} + KX$
- **Reakcje z sodem (reakcja Würtza)**
  - ❖  $2R-X + 2Na \rightarrow R-R + 2NaX$
- **Reakcje alkilowania arenów w obecności katalizatora**
  - ❖  $R-X + Ar-H \rightarrow Ar-R + HX$

### Przykładowe zadanie

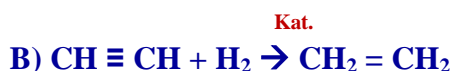
2. Zapisz równania reakcji przedstawionych na poniższym schemacie, dobierz ewentualnie drugi substrat oraz warunki reakcji, określ typ dla każdej reakcji.



### Rozwiązanie:



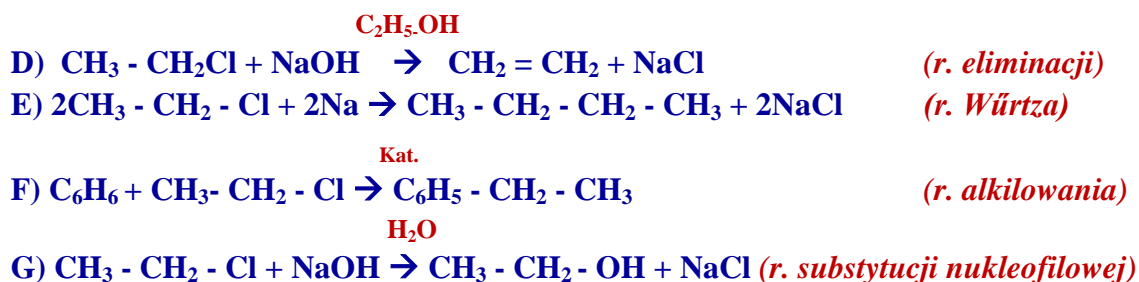
(r. hydrolizy)



(addycja elektrofilowa)



(addycja elektrofilowa)



### III. Alkohole monohydroksylowe (jednowodorotlenowe) i polihydroksylowe

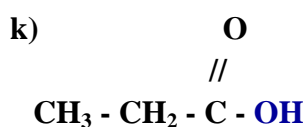
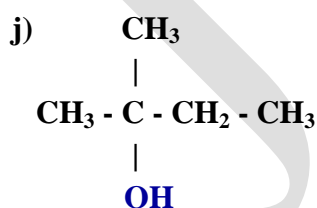
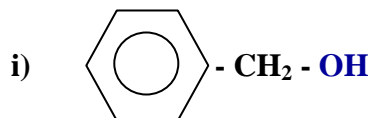
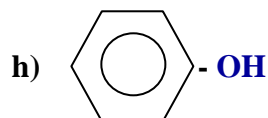
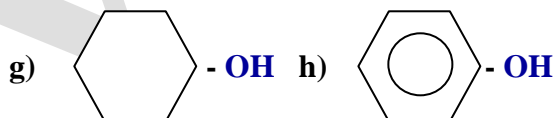
**Alkohole** - pochodne węglowodorów, w cząsteczkach których atom/y wodoru został zastąpiony grupą/mi hydroksylowymi (1 grupa -OH alkohole monohydroksylowe, 2 i więcej grup -OH alkohole polihydroksylowe), grupa/y -OH muszą być związane z atomem węgla na hybrydyzacji  $\text{sp}^3$ .

**Rzędowość alkoholi** - alkohole monohydroksylowe ze względu na rzędowość atomu C, którym związana jest grupa hydroksylowa dzielą się na I - rzędowe ( $1^\circ$ ), II - rzędowe ( $2^\circ$ ), III - rzędowe ( $3^\circ$ )

#### Przykładowe zadanie.

3. Które z poniższych cząsteczek należą do alkoholi mono lub polihydroksylowych?

Dla cząsteczek należących do alkoholi nadaj nazwy systematyczne, określ rzędowość dla alkoholi monohydroksylowych.



#### Rozwiązanie:

Alkoholami są cząsteczki, w których grupa/y -OH związane są z at. C na hybrydyzacji  $\text{sp}^3$  (wszystkie wiązania na tym at. C są pojedyncze)

a) metanol ( $1^\circ$ )

b) propan-2-ol ( $2^\circ$ )

c) prop-2-en-1-ol ( $1^\circ$ )

e) etano-1,2-diol,

f) propan-1,2,3-triol

g) cykloheksanol ( $1^\circ$ ),

i) fenylometanol ( $1^\circ$ ),

j) 2-metylobutan-2-ol ( $3^\circ$ )

## 1. Szereg homologiczny alkanoli - $C_nH_{2n+1} - OH$ , nazewnictwo i izomeria pozycyjna oraz szkieletowa.

- ❖  $CH_3 - OH$  metanol (a. metylowy);  $1^\circ$ ,
  - ❖  $CH_3 - CH_2 - OH$  etanol (a. etylowy);  $1^\circ$ ,
  - ❖  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$  propan-1-ol;  $1^\circ$ ,
  - ❖  $CH_3 - CH - CH_3$  propan-2-ol;  $2^\circ$
- $$\begin{array}{c} | \\ OH \end{array}$$
- ❖  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$  butan-1-ol;  $1^\circ$
  - ❖  $CH_3 - CH_2 - CH - CH_3$  butan-2-ol;  $2^\circ$
- $$\begin{array}{c} | \\ OH \end{array}$$
- ❖  $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3 - CH - CH_2 - OH \end{array}$  2-metylo-propan-1-ol;  $1^\circ$
  - ❖  $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3 - C - CH_3 \\ | \\ OH \end{array}$  2-metylo-propan-2-ol;  $3^\circ$

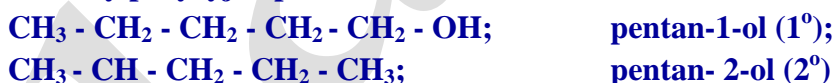
### Przykładowe zadanie:

4. Dla alkanolu o 5 at. węgla w cząsteczce zapisz trzy jego izomery - 2 pozycyjne i 1 szkieletowy, nadaj izomerom nazwy systematyczne, określ ich rzędowość.

#### Rozwiązanie:

$n = 5$ , wzór sumaryczny:  $C_5H_{11} - OH$

❖ Izomery pozycyjne pentanolu:

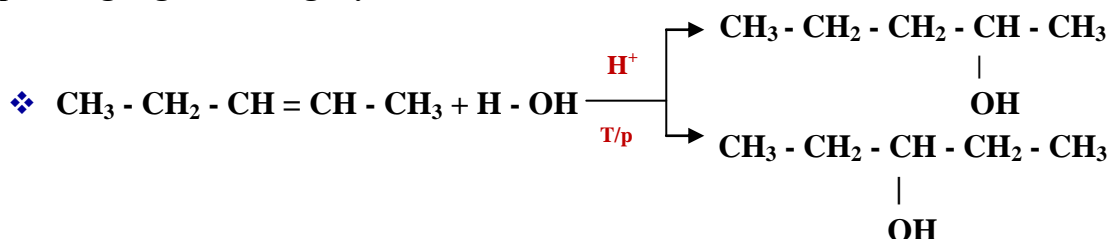


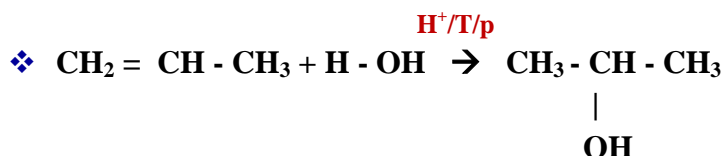
❖ Izomer szkieletowy



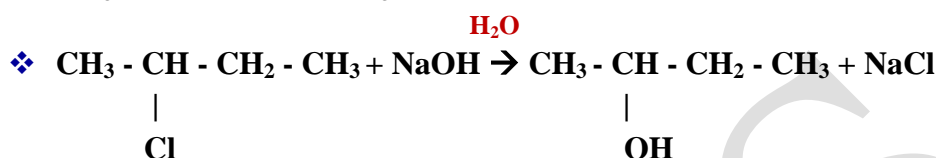
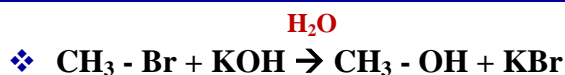
## 2. Otrzymywanie alkoholi monohydroksylowych.

➤ Katalityczne uwodnienie alkenów (addycja wody w obecności  $H^+$ , T i p), reakcja przebiega zgodnie z regułą Markownikowa





➤ Reakcja halogenoalkanów z wodnymi roztworami mocnych zasad (r. substytucji)



➤ Hydroliza estrów

➤ Redukcja aldehydów i ketonów

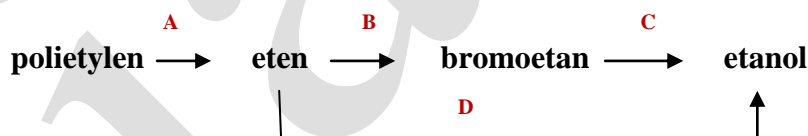
**Przykładowe zadanie:**

5. Dobierz substraty i zaproponuj dwie różne metody otrzymywania butan-2olu, zapisz równania reakcji

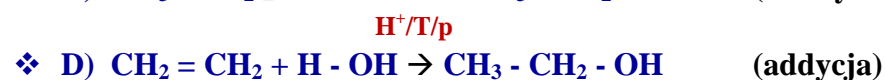
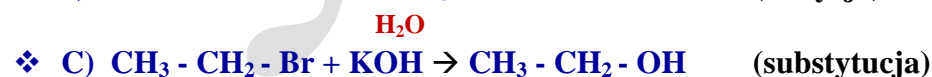
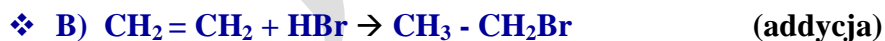
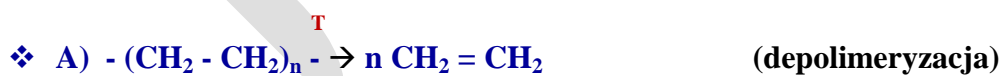
*Rozwiązanie:*



6. Zapisz równania reakcji chemicznych przedstawionych na poniższym schemacie, określ typ reakcji

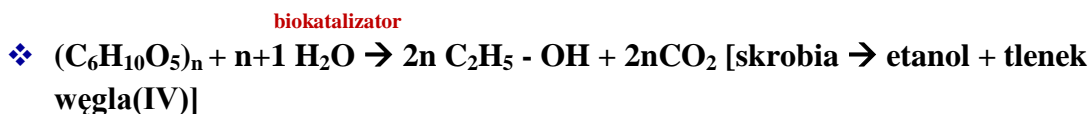
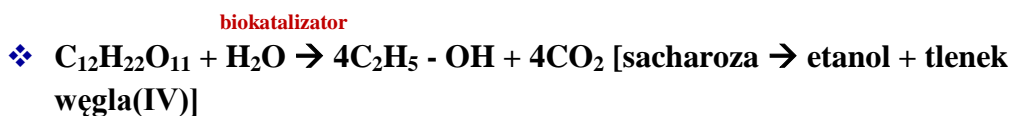


*Rozwiązanie:*



➤ Fermentacja alkoholowa cukrów → otrzymywanie etanolu dla celów spożywczych i farmaceutycznych





### Przykładowe zadanie:

7. Oblicz, ile gramów etanolu można otrzymać w procesie fermentacji 1kg sacharozy zakładając, że proces przebiegł z 100% wydajnością. W procesie fermentacji max stężenie etanolu wynosi ok. 18%. Oblicz minimalną objętość wody, w której należy rozpuścić 1kg sacharozy aby całkowicie uległa fermentacji do etanolu.

*Rozwiązanie:*



$$x = 538g \text{ etanolu}$$

Obliczenie ubytku wody w procesie fermentacji ( $d_{H_2O} = 1g/cm^3$ )

342g sacharozy	-----	18cm <sup>3</sup> wody
1000g sacharozy	-----	x

$$x = 52,6cm^3$$

Obliczenie objętości wody potrzebnej do rozpuszczenia sacharozy

$$m_s = 538g,$$

$$C_p = 18\%$$

$$m_{H_2O} = m_r - m_s$$

$$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$$

$$m_r = \frac{m_s \cdot 100\%}{C_p} = \frac{538g \cdot 100\%}{18\%} = 3000g$$

$$m_{H_2O} = m_r - m_s = 3000g - 538g = 2462g \text{ wody} \rightarrow 2462cm^3$$

$$V_{H_2O} = 2462cm^3 + 52,6cm^3 = 2,515dm^3$$

### 3. Właściwości chemiczne alkoholi monohydroksylowych

- Wodne roztwory alkoholi wykazują odczyn obojętny, nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej (jonowej)

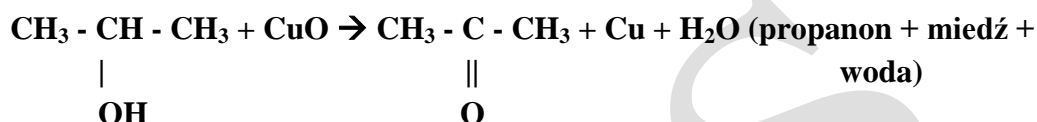
- **Związki palne**, w zależności od dostępu tlenu mogą ulegać spalaniu całkowitemu, półspalaniu lub spalaniu niecałkowitemu.

- **Utlenianie katalityczne** - katalityczne utleniacze np. CuO

❖ **Alkohole 1° utleniają się do aldehydów**



❖ **Alkohole 2° utleniają się do ketonów**



❖ **Alkohole 3° praktycznie nie ulegają katalitycznemu utlenieniu**

- **Reakcje alkoholi z aktywnymi metalami** (litowce oraz wapniowce), w reakcji **bierze udział wodór z grupy -OH**, reakcja substytucji → powstają związki typu soli - **alkoholany**, które w roztworze wodnym ulegają **hydrolizie anionowej** - odczyn wodnego roztworu alkoholanych jest **zasadowy**.

❖  $2\text{CH}_3 - \text{OH} + 2\text{K} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{OK} + \text{H}_2$  (metanolan potasu + wodór)

❖  $2\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{Ca} \rightarrow (\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O})_2\text{Ca} + \text{H}_2$  (etanolan wapnia + wodór)

❖ **Hydroliza alkoholanych:**

❖  $\text{CH}_3 - \text{OK} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{OH} + \text{K}^+ + \text{OH}^-$  (metanol + zdysocjowana zasada potasowa)

❖  $(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O})_2\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$  (etanol + zdysocjowana zasada wapniowa)

❖ **Alkohole monohydroksylowe nie reagują z zasadami i tlenkami metali**

- **Reakcje z kwasami karboksylowymi w środowisku kwasowym** → powstają **estry + woda** (reakcje estryfikacji)

- **Reakcje z gazowym chlorowodorem**, w reakcji **bierze udział grupa hydroksylowa** (reakcja substytucji)

❖  $\text{CH}_3 - \text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$  (chlorometan + woda)

- **Reakcja dehydratacji (odwodnienia)** - **reakcja eliminacji wody**, reakcja przebiega w podwyższonej temp. i  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , **reakcja przebiega zgodnie z regułą Zajcewa**, powstają **alkeny**



❖  $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3/\text{T}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (eten + woda)



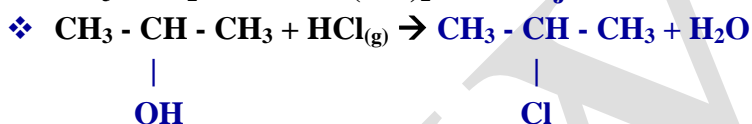
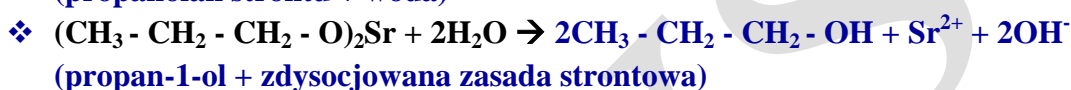
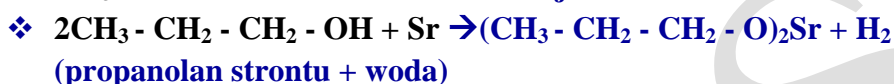
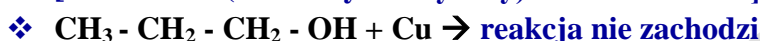
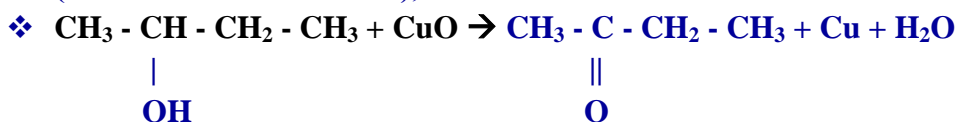
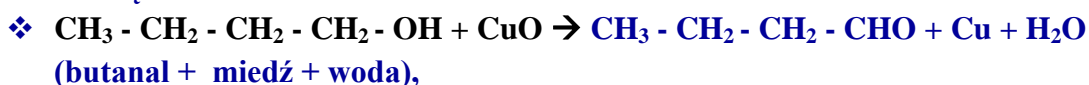
❖  $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3/\text{T}} \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (but-2-en)



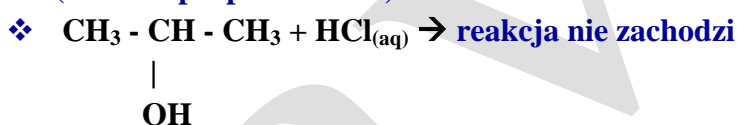
### Przykładowe zadanie

8. Dokończ równania reakcji chemicznych, lub zapisz, że reakcja nie zachodzi, nadaj produktom nazwy systematyczne;

Rozwiązanie:



(2-chloropropan + woda)



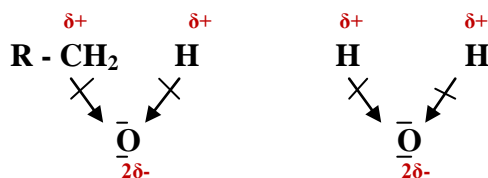
$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{T}$



➤ Toksyczność alkoholi monohydroksylowych - maleje wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce alkoholu

### 4. Właściwości fizyczne alkoholi monohydroksylowych

➤ Temp. wrzenia alkoholi (metanolu, etanolu) są stosunkowo wysokie (niższe niż wody), ponieważ cząsteczki ulegają asocjacji - między cząsteczkami powstają wiązania wodorowe, jako efekt polaryzacji wiązań na grupie hydroksylowej).



Polaryzacja wiązań w cząsteczce alkoholu i wody (dipolowość cząsteczek)

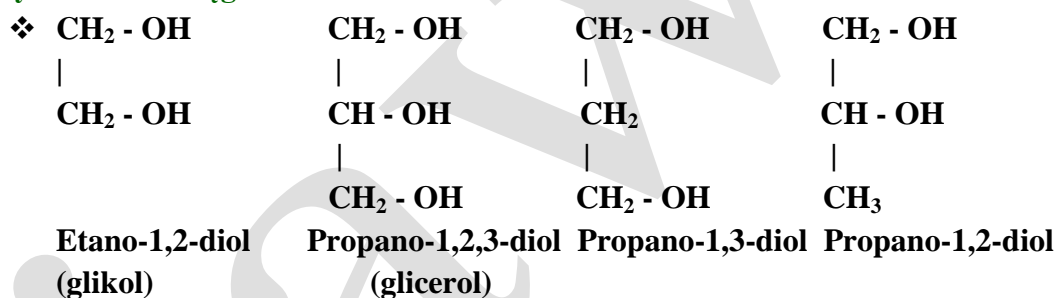
➤ Metanol i etanol są cieczami bezbarwnymi o charakterystycznym zapach i smaku bardzo dobrze rozpuszczalnymi w wodzie, o gęstości mniejszej od gęstości wody.



- W trakcie rozpuszczania w wodzie występuje zjawisko kontrakcji - zmniejszenia objętości łączonych cieczy - w trakcie rozpuszczania alkoholu w wodzie następuje zrywanie dotychczasowych wiązań wodorowych między cząsteczkami wody i wiązań wodorowych między cząsteczkami alkoholu oraz powstawanie wiązań wodorowych między cząsteczkami wody i alkoholu. Długość nowych wiązań wodorowych jest mniejsza niż długość dotychczasowych wiązań wodorowych między cząsteczkami alkoholu.
- Rozpuszczalność alkoholi maleje wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego, wzrasta ich gęstość, przechodzą w oleiste ciecze, alkohole powyżej 12 at. C w cząsteczce są ciałami stałymi, nierozpuszczalnymi w wodzie, bez zapachu.
- Stężone alkohole mają właściwości koagulujące (ściągające) białka

## II. Alkohole polihydroksylowe - glikol i glicerol

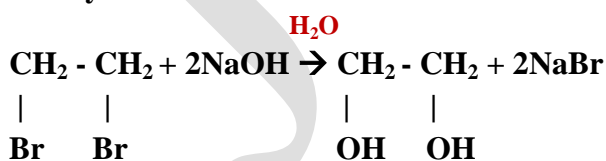
Alkohole polihydroksylowe - związki zawierające dwie lub więcej grup hydroksylowych, **z tym że każda grupa hydroksylowa związana jest z innym atomem węgla.**



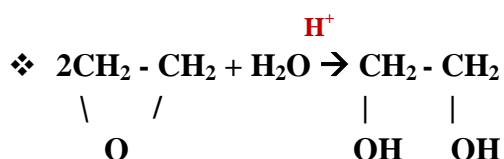
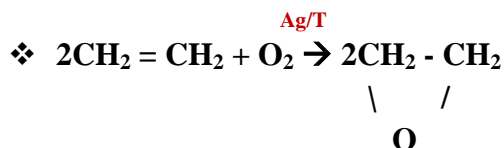
### 1. Otrzymywanie alkoholi polihydroksylowych

#### ➤ Otrzymywanie glikolu

- ❖ **Reakcja substytucji** - 1,2-dihalogenoetanu z wodnym roztworem mocnej zasady

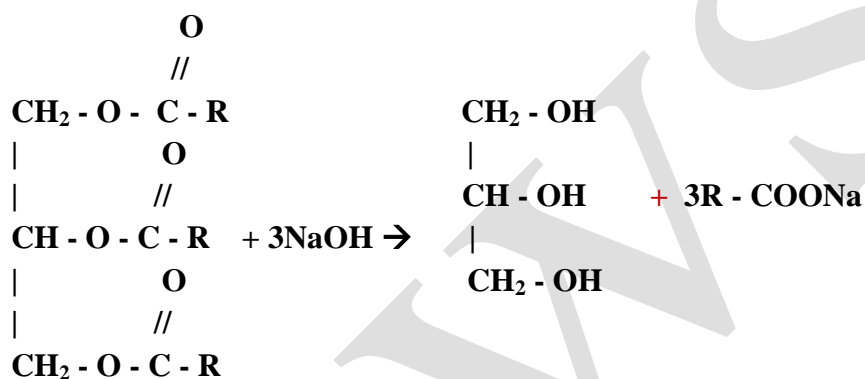
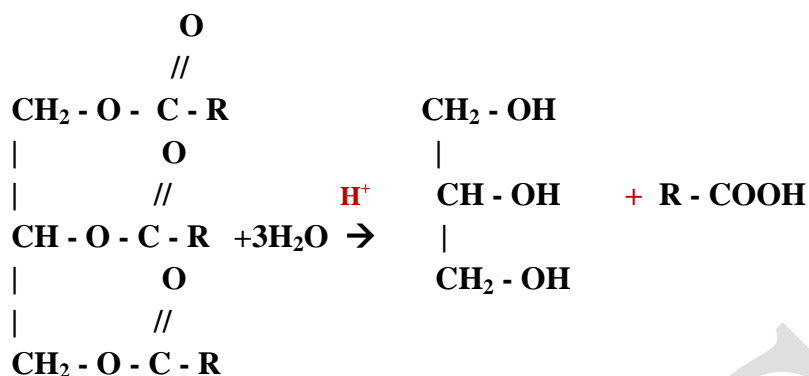


- ❖ **Utlenienie etenu** do tlenku etylu i jego uwodnienie (addycja wody) w środowisku kwasowym

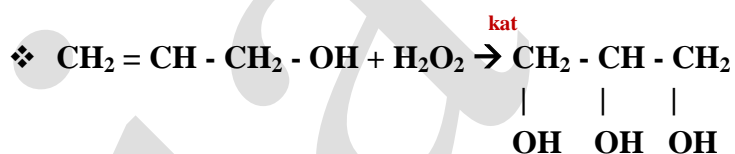


➤ **Otrzymywanie glicerolu** (gliceryny)

- ❖ **Hydroliza tłuszczów** w środowisku kwasowym lub zasadowym (zmydlanie)



- ❖ **Katalityczne utlenienie** ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) **propen-1-olu** - addycja nadtlenu wodoru



**Przykładowe zadania:**

- 1) Dla pentanodiolu zapisz 3 wzory izomerów pozycyjnych i nadaj im nazwy systematyczne.

**Rozwiązanie:**

- ❖  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2$  (pentano-1,2-diol)



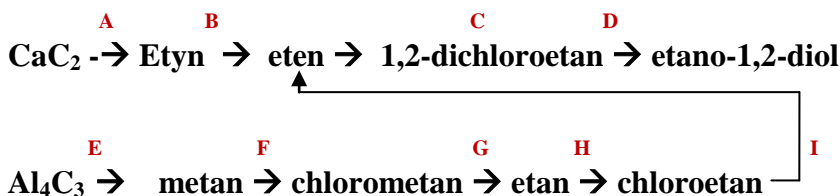
- ❖  $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  (pentano-2,3-diol)



- ❖  $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2$  (pentano-1,5-diol)



2) Zapisz równanie reakcji przedstawionych na schemacie przemian chemicznych, dobierz ewentualnie drugi substrat i warunki reakcji, określ typ reakcji:



Rozwiązanie:

- ❖ A)  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH} \equiv \text{CH} + \text{Ca(OH)}_2$  (r. hydroliza)
- ❖ B)  $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Kat.}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2$  (r. addycji)
- ❖ C)  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2 - \text{CH}_2$  (r. addycji)
 

$\begin{array}{cc} | & | \\ \text{Cl} & \text{Cl} \end{array}$
- ❖ D)  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + 2\text{KOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 + 2\text{KCl}$  (r. substytucji)
 

$\begin{array}{cc} | & | \\ \text{Cl} & \text{Cl} \end{array} \quad \begin{array}{cc} | & | \\ \text{OH} & \text{OH} \end{array}$
- ❖ E)  $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 + 4\text{Al(OH)}_3$  (r. hydrolizy)
- ❖ F)  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{uv}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$  (r. substytucji)
- ❖ G)  $2\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{Na} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_3 + 2\text{NaCl}$  (r. Würtza)
- ❖ H)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{uv}} \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$  (r. substytucji)
- ❖  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  (r. eliminacji)

3) Oblicz, ile gramów glikolu powstała w cyklu przemian  $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{D}$  z zdania 2 jeżeli w reakcji użyto 128g węgla wapnia a reakcje na poszczególnych szasły z wydajnością A - 80% (0,8), B - 60% (0,6), C - 70% (0,7), D - 90% (0,9)

Rozwiązanie:

- ❖ na każdym etapie w równaniu jest 1 mol substratu, z którego produktem końcowym jest glikol, czyli  $1\text{mol CaC}_2 \rightarrow 1\text{mol glikolu}$
- ❖ obliczenie wydajności procesu wieloetapowego:  
 $\eta = 0,8 \times 0,6 \times 0,7 \times 0,9 \times 100\% = 30,24\%$
- ❖  $M_{\text{CaC}_2} = 64\text{g/mol}$
- ❖  $M_{\text{glikolu}} = 62\text{g/mol}$
- ❖ 64g węgla ----- 0,3024 x 62g glikolu  
 128g węgla ----- x

$$x = 37,49\text{g glikolu}$$

## 2. Właściwości fizyczne glicerolu i glikolu

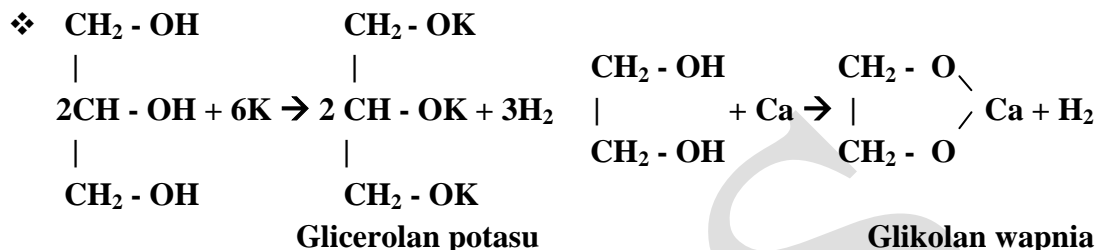
- Ciecze bezbarwne, o słodkawym smaku, o dużej lepkości, dobrze rozpuszczalne w wodzie, higroskopijne, o wysokich temp. wrzenia (glikol -  $197^\circ\text{C}$ , glicerol -

290°C), cząsteczki tworzą usieciowane asocjaty (każda grupa hydroksylowa może utworzyć wiązania wodorowe),

- Glikol jest silną trucizną, natomiast glicerol nie jest toksyczny,
- Odczyn wodnych roztworów tych alkoholi jest obojętny (nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej).

### 3. Właściwości chemiczne

- **Reagują z aktywnymi metalami (litowce i wapniowce)**



- Alkohole polihydroksylowe wykazują nieco silniejsze właściwości kwasowe niż alkohole monohydroksylowe, reagują z wodorotlenkiem miedzi(II), następuje rozpuszczenie niebieskiego osadu  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , powstaje roztwór barwy szafirowej.

### 4. Zastosowanie glikolu i glicerolu

- Glikol - płyny do chłodziw (obniżają temp. zamarzania wody i podwyższają temp. wrzenia), produkcja tworzyw sztucznych, włókien syntetycznych, rozpuszczalników i środków powierzchniowo czynnych
- Glicerol - przemysł spożywczy (dosładzanie i zagęszczanie alkoholu), nadzienie cukierków, przemysł kosmetyczny (kremy, mydła nawilżające), środek odwadniający dla innych substancji, w przemyśle garbarskim, w przemyśle włókienniczym, do produkcji triazotanu(V) glicerolu - nitrogliceryny (lek nasercowy, składnik dynamitu).

### Przykładowe zadania:

- 4) Spośród odczynników  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}$  dobierz odczynniki i zaprojektuj doświadczenie umożliwiające identyfikację propan-1-olu i propano-1,2,3-triolu.

**Rozwiązanie:**

- ❖ Wybrane odczynniki:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CuSO}_4$
- ❖ Kolejność czynności: - sporządzenie wodnych roztworów  $\text{NaOH}$  i  $\text{CuSO}_4$ 
  - wytrącenie świeżego osadu  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
  - do wodnych roztworów alkoholi dodać świeżo strącony wodorotlenek miedzi(II), wymieszać,
- ❖ Obserwacje: w probówce z propan-2-olem nie obserwuje się żadnych zmian, w probówce z propan-1,2,3-triolem następuje rozpuszczenie błękitnego osadu wodorotlenku miedzi(II) i powstanie roztworu barwy szafirowej.