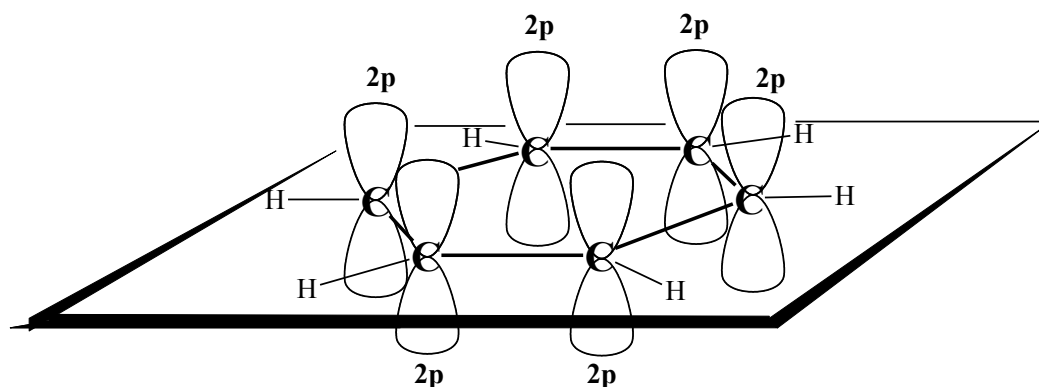




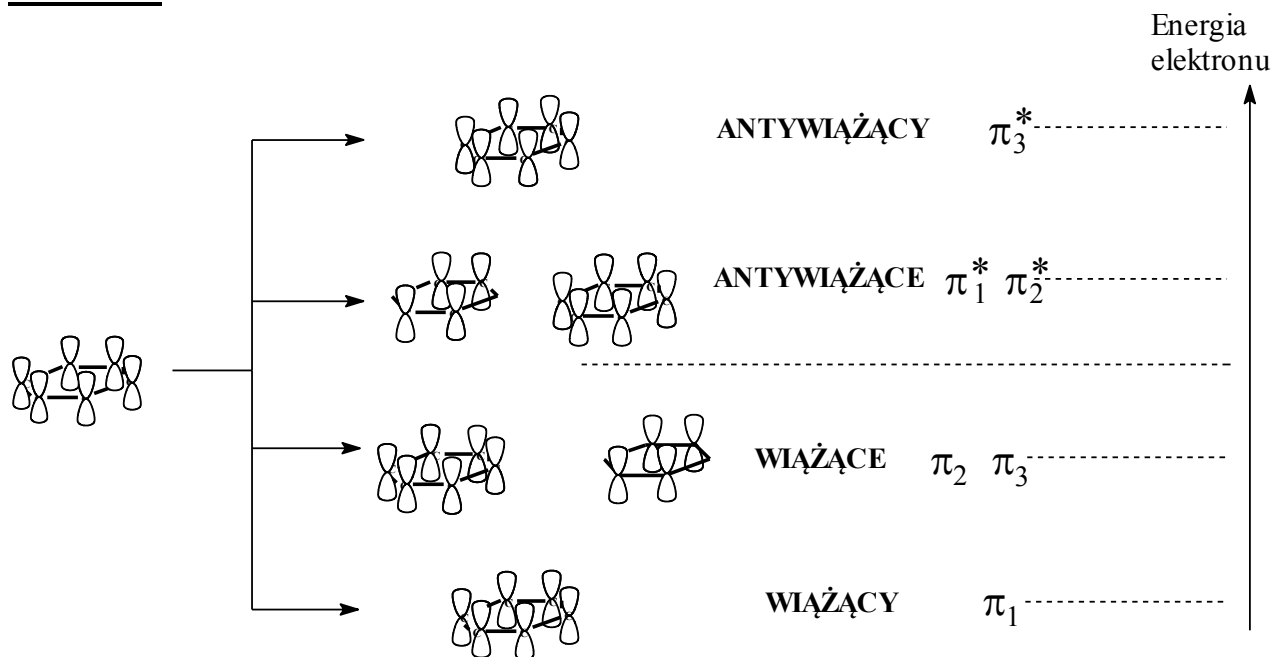
## Budowa benzenu

### BENZEN – C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

sprzężenie CYKLICZNE 6-ciu orbitali 2p

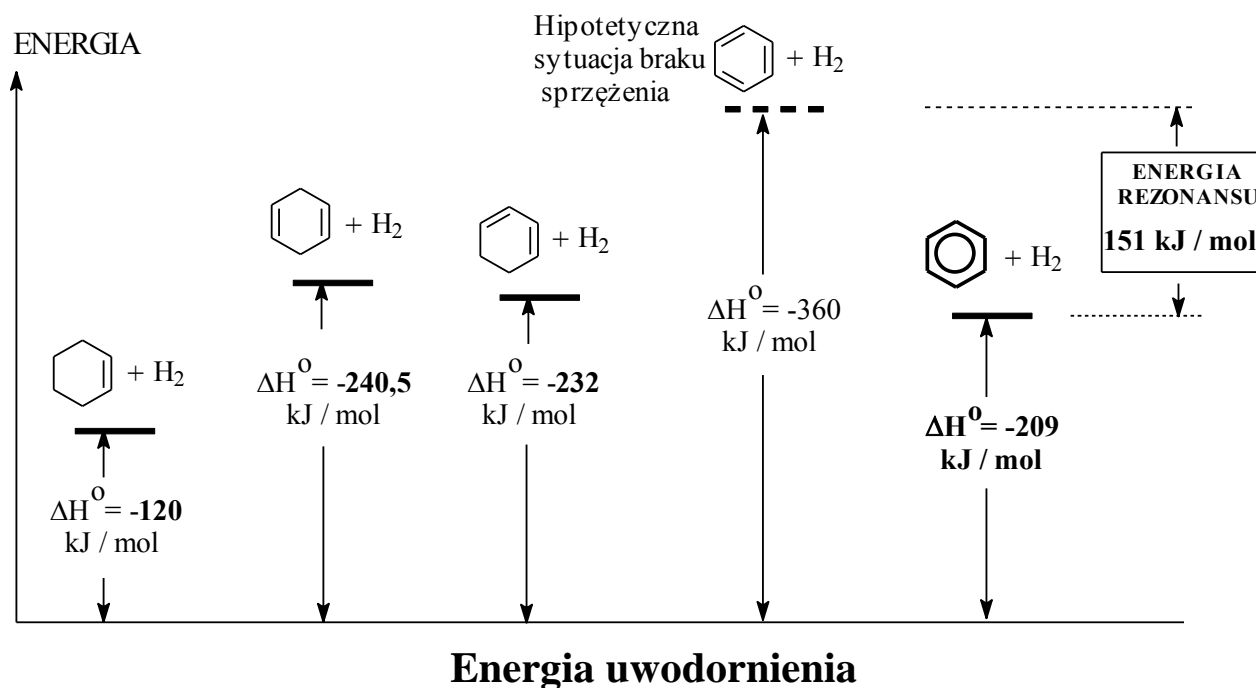


### BENZEN – orbitale $\pi$



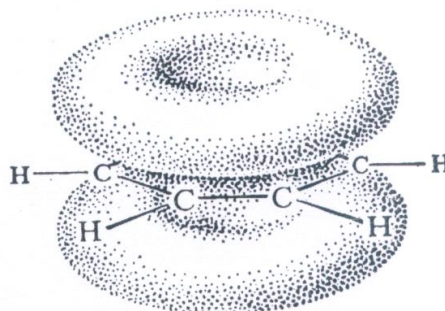
ENERGIA REZONANSU benzenu (na podstawie pomiaru ciepła reakcji uwodornienia – energia uwodornienia benzenu jest o ok. 151 kJ/mol mniejsza niż potrojona energia uwodornienia cykloheksenu)

151 kJ/mol

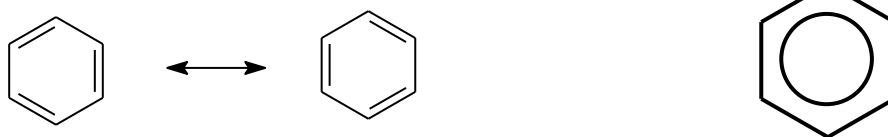


Chmura elektronów  $\pi$   
BENZENU

**SEKSTET  
AROMATYCZNY**



Sposób zapisywania struktury benzenu:



Struktury Kekulego

### **PODSTAWOWA RÓŻNICA W REAKTYWNOŚCI ALKENÓW I BENZENU**

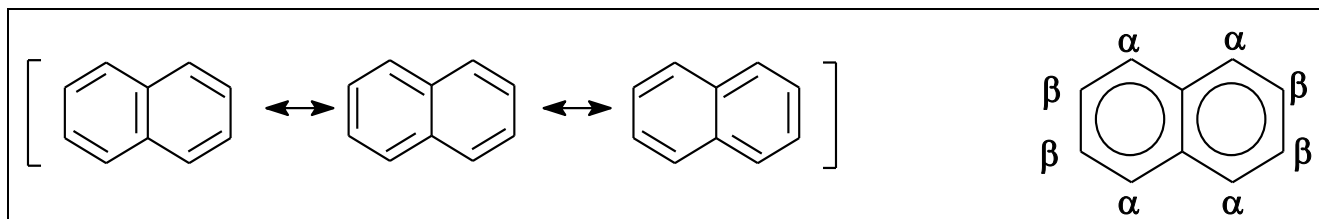
- Benzen NIE ULEGA** reakcjom addycji elektrofilowej charakterystycznym dla alkenów (addycja prowadziłaby do rozpadu sekstetu aromatycznego).
- Benzen ULEGA** reakcjom substytucji elektrofilowej. Ma tu miejsce podstwienie elektrofila w miejsce atomu wodoru a sekstet aromatyczny zostaje zachowany (elektrofil reaguje z sekstetem elektronów  $\pi$ , ale w toku stabilizacji utworzonego adduktu następuje odtworzenie sekstetu)



## Aromatyczność

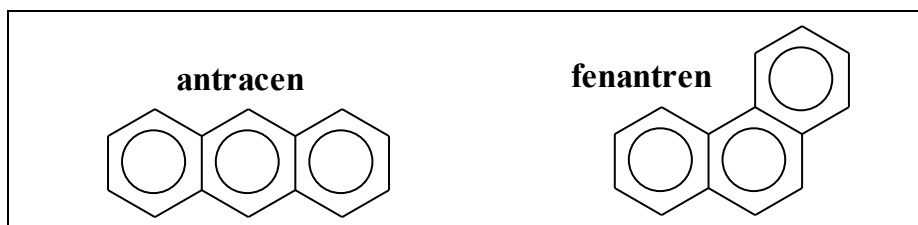
### INNE WĘGLOWODORY AROMATYCZNE

NAFTALEN –  $C_{10}H_8$  - zawiera dwa skondensowane pierścienie benzenu



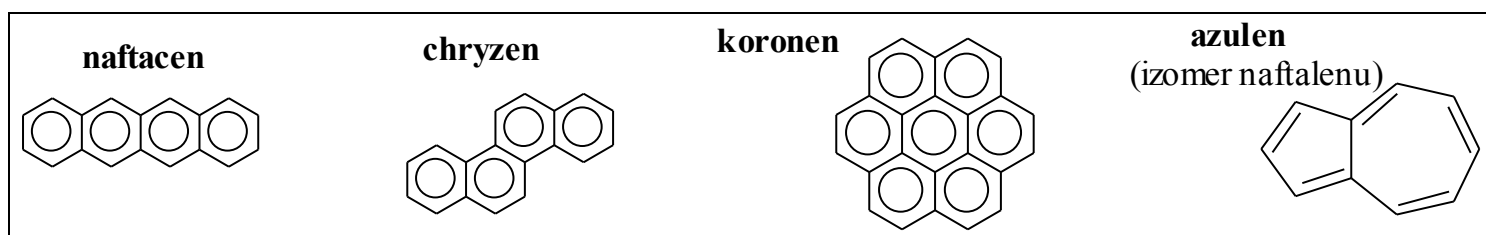
10 elektronów  $\pi$

ANTRACEN i FENANTREN –  $C_{14}H_{10}$  - zawierają po trzy skondensowane pierścienie benzenu



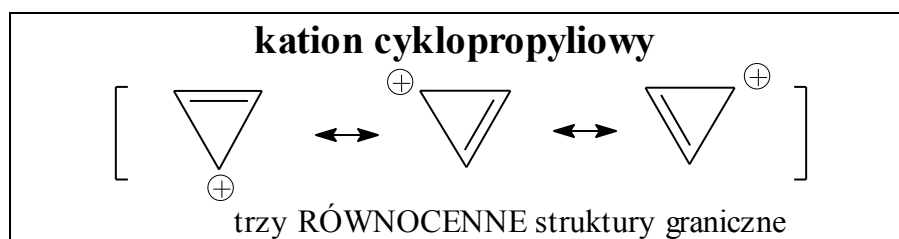
14 elektronów  $\pi$

### DALSZE WĘGLOWODORY AROMATYCZNE



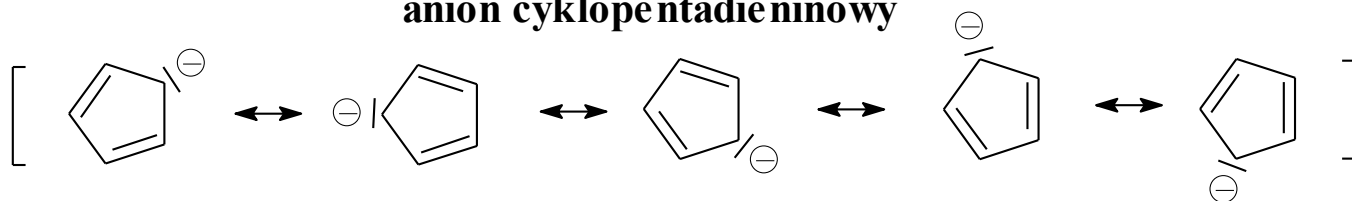
Wszystkie powyższe węglowodory podobnie jak benzen NIE ULEGAJĄ reakcjom addycji elektrofilowej, ULEGAJĄ zaś reakcjom substytucji elektrofilowej

### UKŁADY AROMATYCZNE NIE BĘDĄCE WĘGLOWODORAMI



2 elektrony  $\pi$

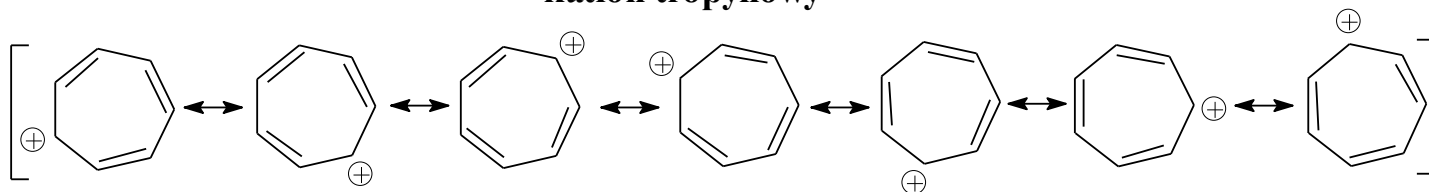
### anion cyklopentadieniowy



pięć RÓWNOCENNYCH struktur granicznych

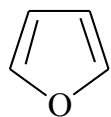
6 elektronów  $\pi$

### kation tropyliowy

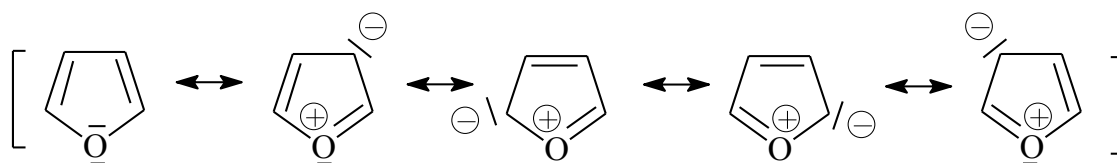


siedem RÓWNOCENNYCH struktur granicznych

6 elektronów  $\pi$



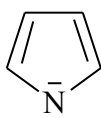
furan



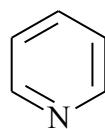
6 elektronów  $\pi$



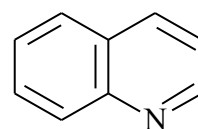
tiofen



pirol



pirydyna

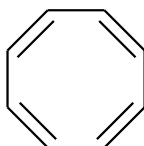


chinolina

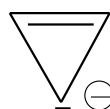
## WĘGLOWODORY NIEAROMATYCZNE



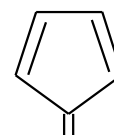
cyklobutadien



cyklooktatraen  
(nie jest płaski!)



anion  
cyklopropyliowy



fulwen

## Warunki określające aromatyczność:

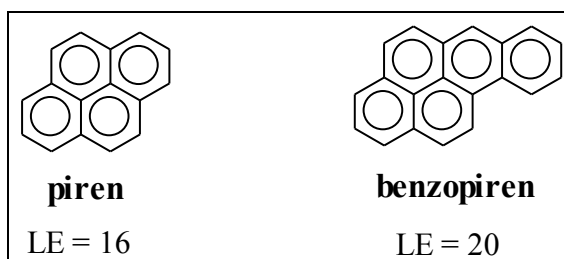
1. PŁASKA STRUKTURA (warunkująca możliwość równoległego przenikania się orbitali  $\pi$ )
2. CYKLICZNE SPRZĘŻENIE orbitali p
3. Dla większości układów aromatycznych liczba elektronów  $\pi$  (**LE**) znajdujących się na orbitalach zaangażowanych w cykliczny układ sprzężony spełnia "Regułę Hückela":

$$\mathbf{LE = 4n + 2} \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

są to liczby: **2, 6, 10, 14, 18, 22** ..... itd

## ODSTĘPSTWA OD REGUŁY HÜCKELA

Węglowodory AROMATYCZNE nie spełniające Reguły Hückela:



Węglowodory cykliczne spełniające Regułę Hückela lecz NIE POSIADAJĄCE WŁASNOŚCI AROMATYCZNYCH:

