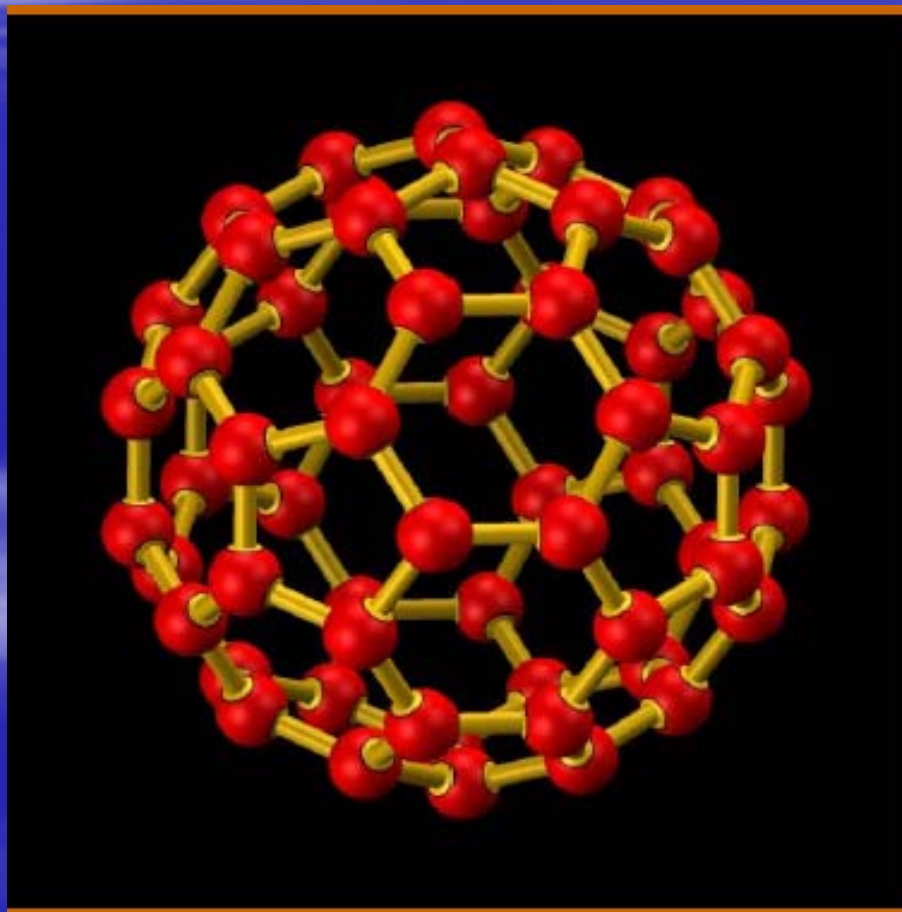
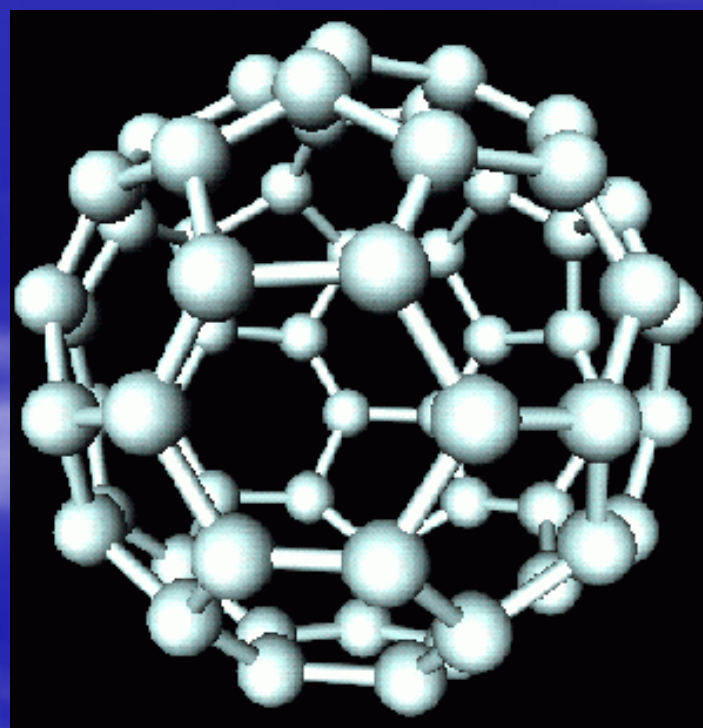
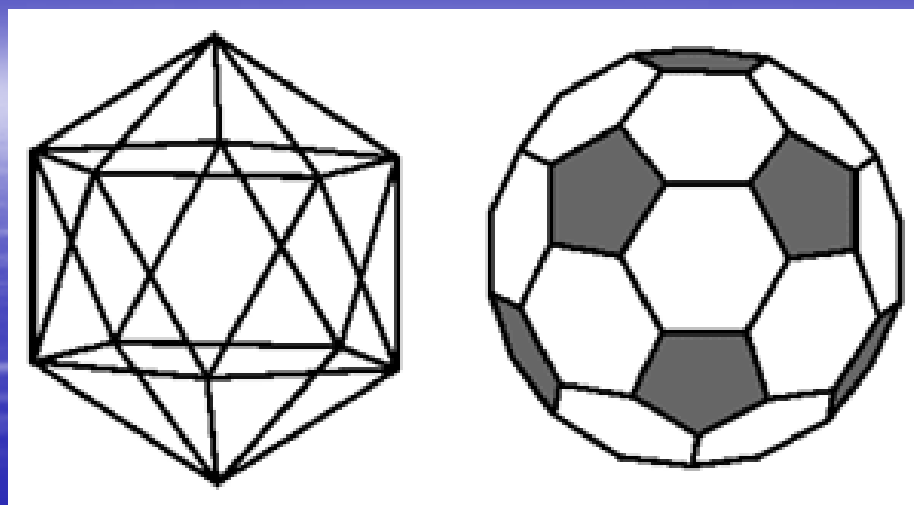


FULLERENY





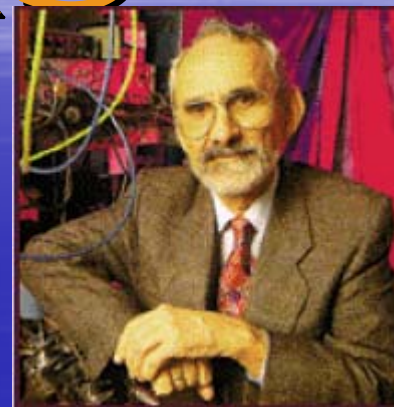
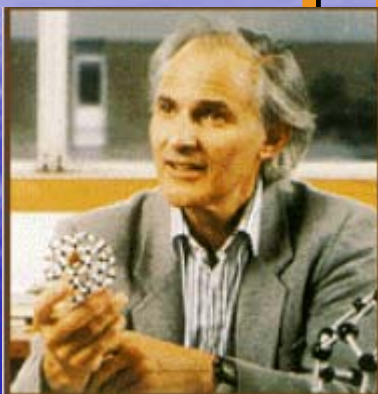
Fuleryt - nowa alotropowa odmiana węgla

- *Fuleryt to kryształ cząsteczkowy. Jego struktura jest zależna od temperatury: poniżej 260K fuleryt ma strukturę sc, powyżej fcc. Stała sieci wynosi 0.142 nm. Jest on izolatorem o przerwie energetycznej 1.5eV.*



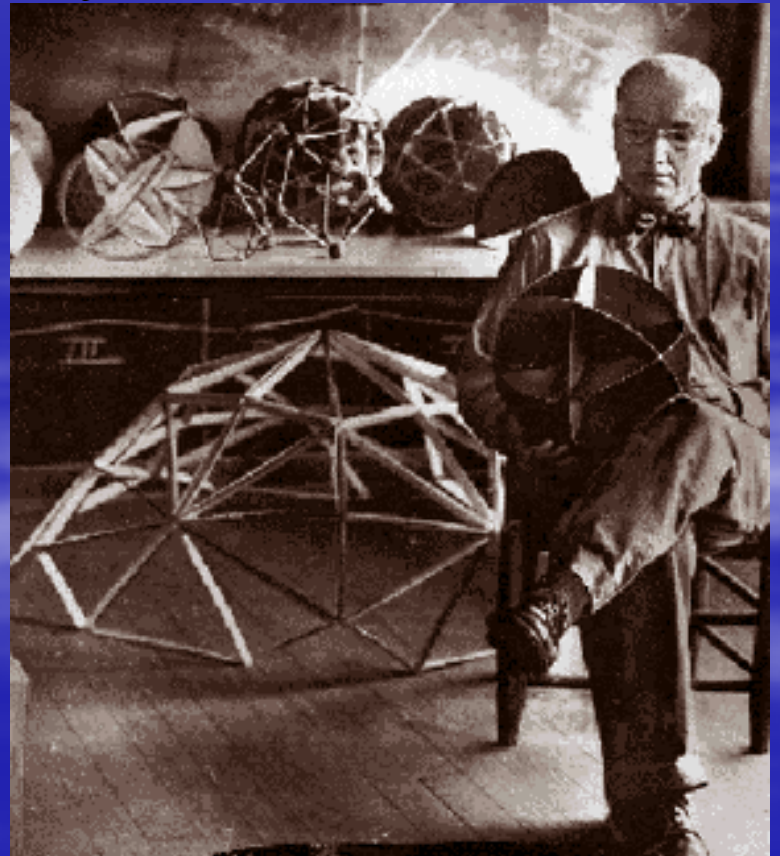
☞♦♦□□☞☞

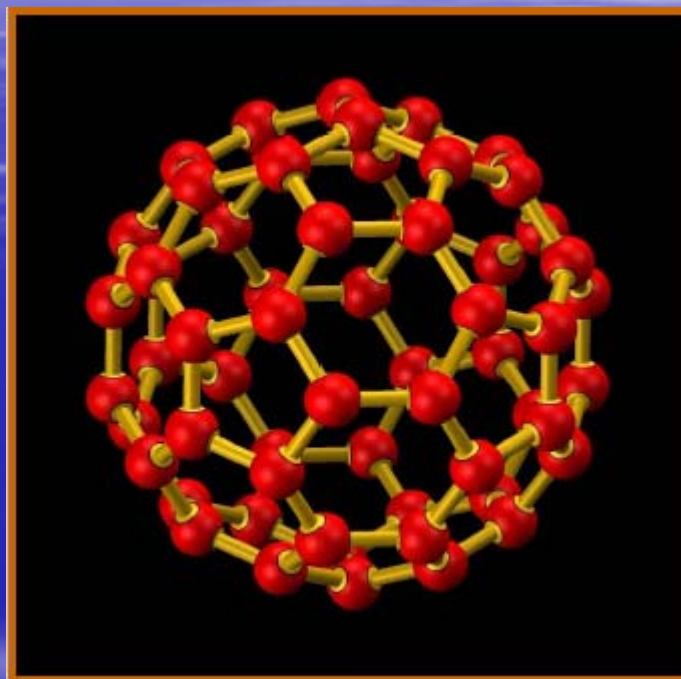
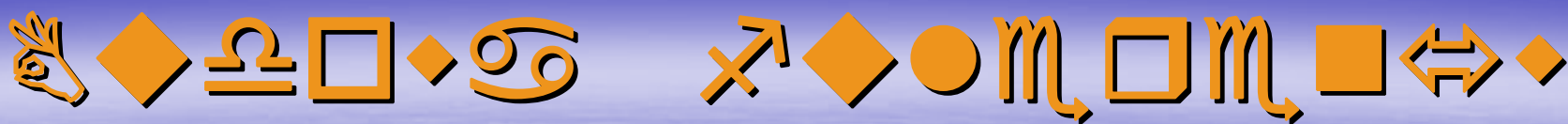
□☞☞☞□☞☞☞☞



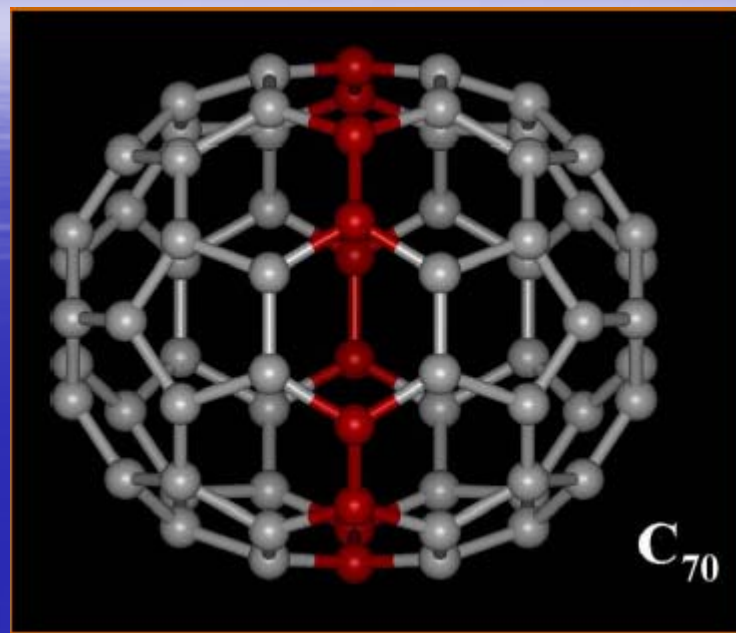
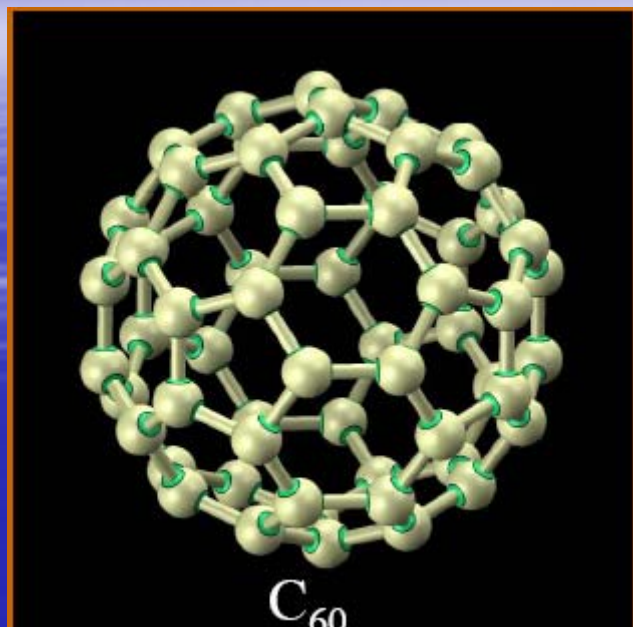
- *Fulereny odkrył Harold Kroto (Wlk. Brytania) w r. 1985 we współpracy z R. Curlem i R. Smalley'em;*
- *Eksperyment polegał na sublimacji grafitu z wirującej płyty grafitowej przy pomocy lasera i gwałtownym ochłodzeniu tak wybitych atomów, które kondensowały w postaci dużych kłasterów węglowych;*
- *Nagroda Nobla 1996*

- Naukowcy określają swoje odkrycie mianem buckminsterfullerenu na cześć architekta Buckminstera Fullera, słynącego z konstrukcji tzw. kopuł geodezyjnych do złudzenia przypominających wspomnianą strukturę.

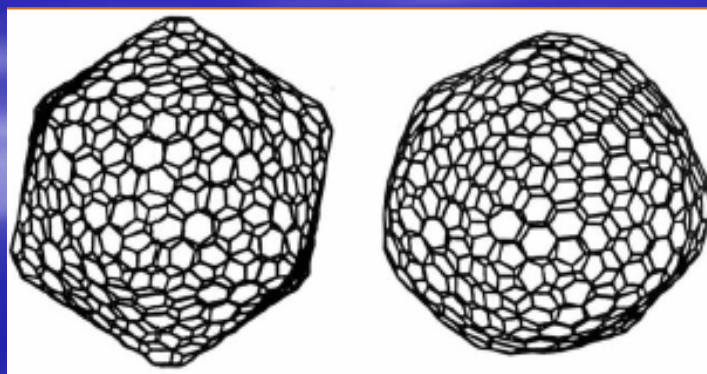
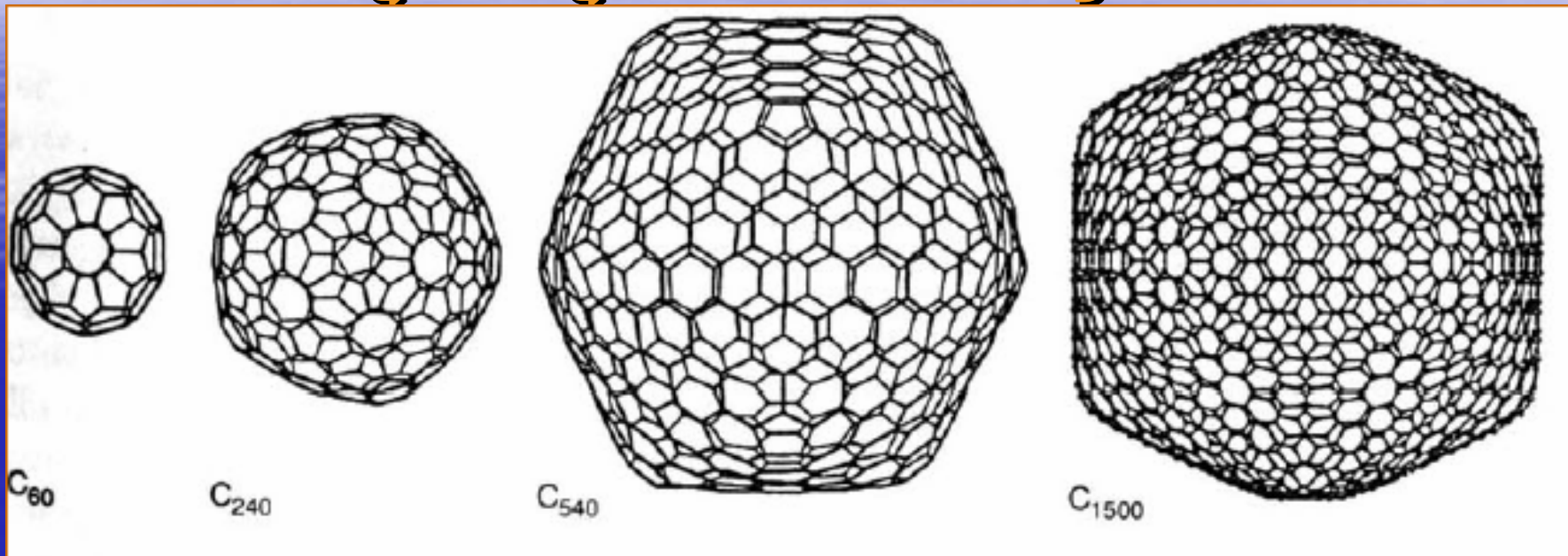




Zgodnie z dowodem-teorematem Leonarda Eulera, każda bryła symetryczna o liczbie wierzchołków równej C_{20+2m} musi być zamknięta 12 pięciokątami i m sześciokątami.



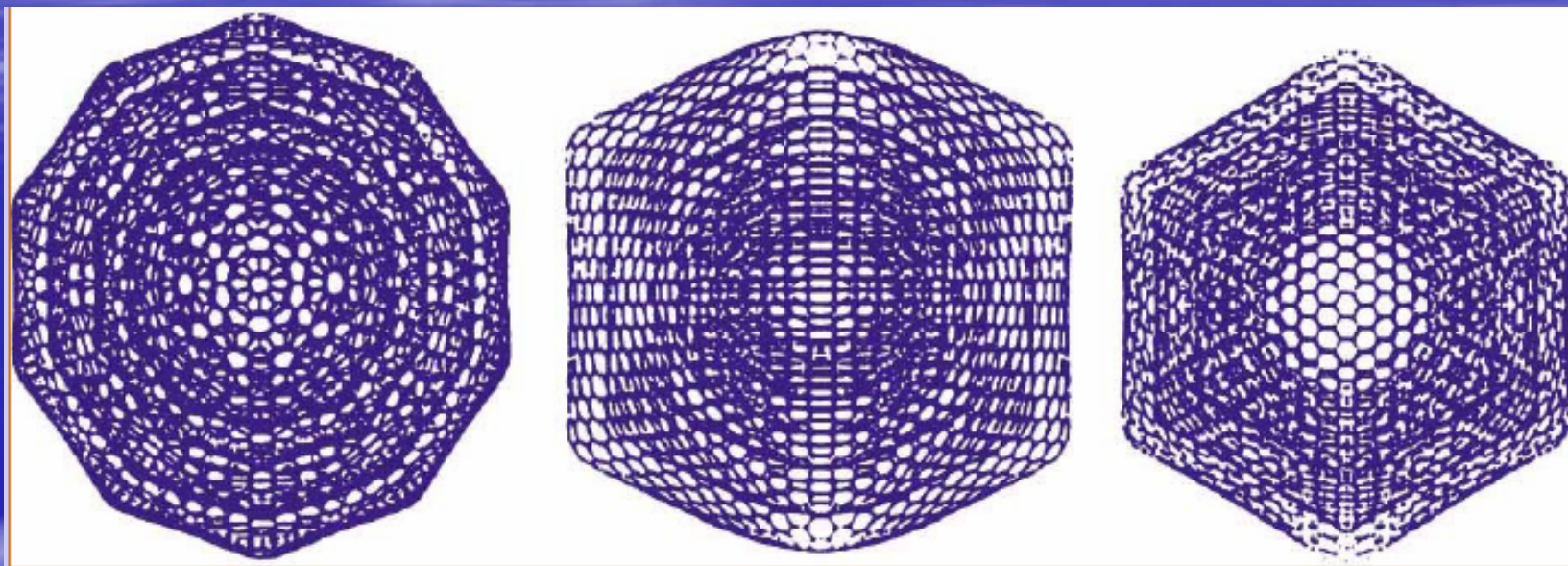
Najpopularniejszy fuleren, zawierający 60 atomów węgla (tzw. C₆₀) ma kształt dwudziestościanu ściętego, czyli wygląda dokładnie tak jak piłka futbolowa. C₇₀, natomiast, posiada dodatkowy pierścień atomów węgla



C₆₂₀

C₆₃₆

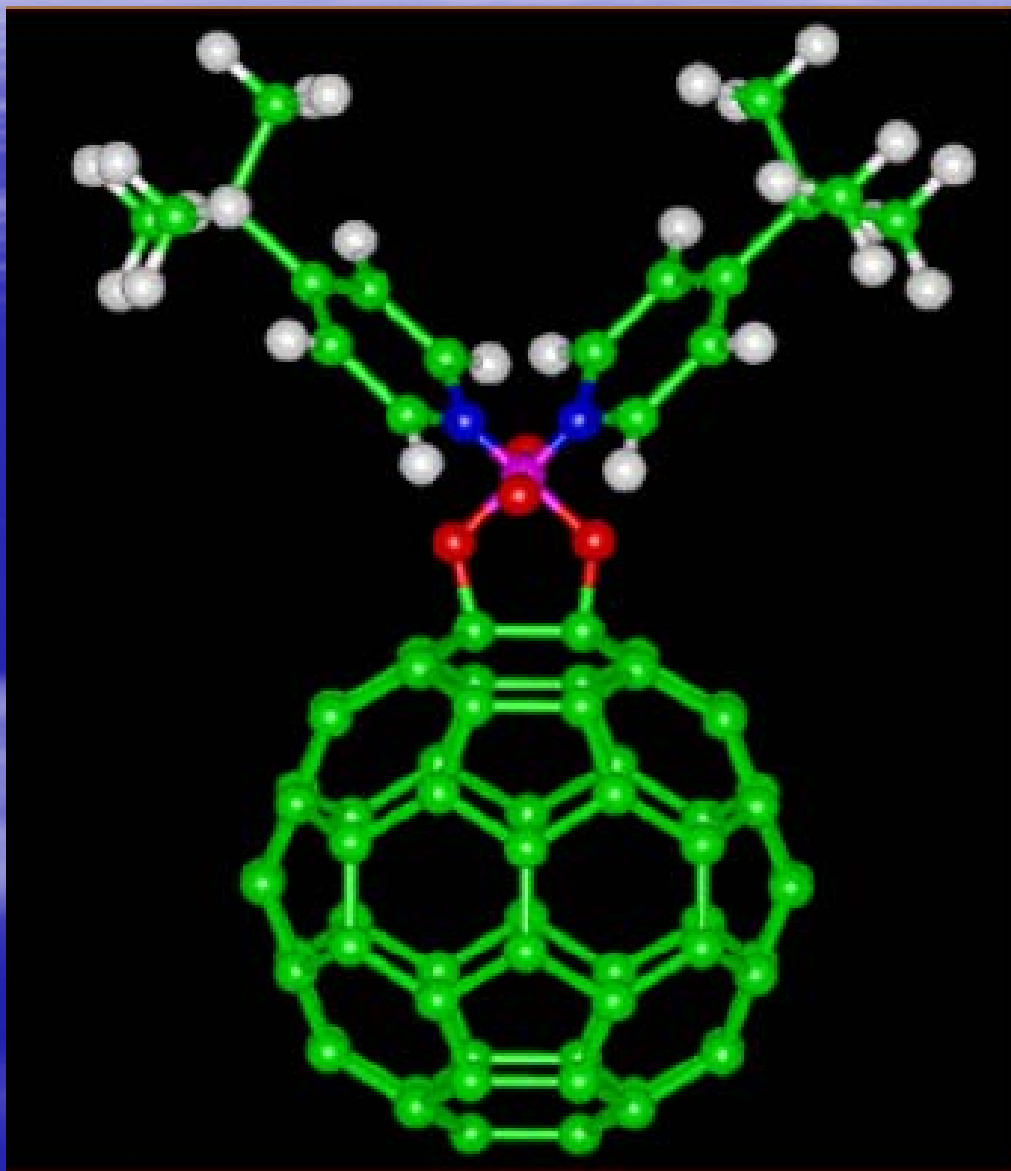
*Odkryto w 1980r. (Iijima) fulereny „cebulkowe”, np. C₆₀
otoczony kolejnymi fulerenami o rosnącym n: 250, 540,
960, 1500*



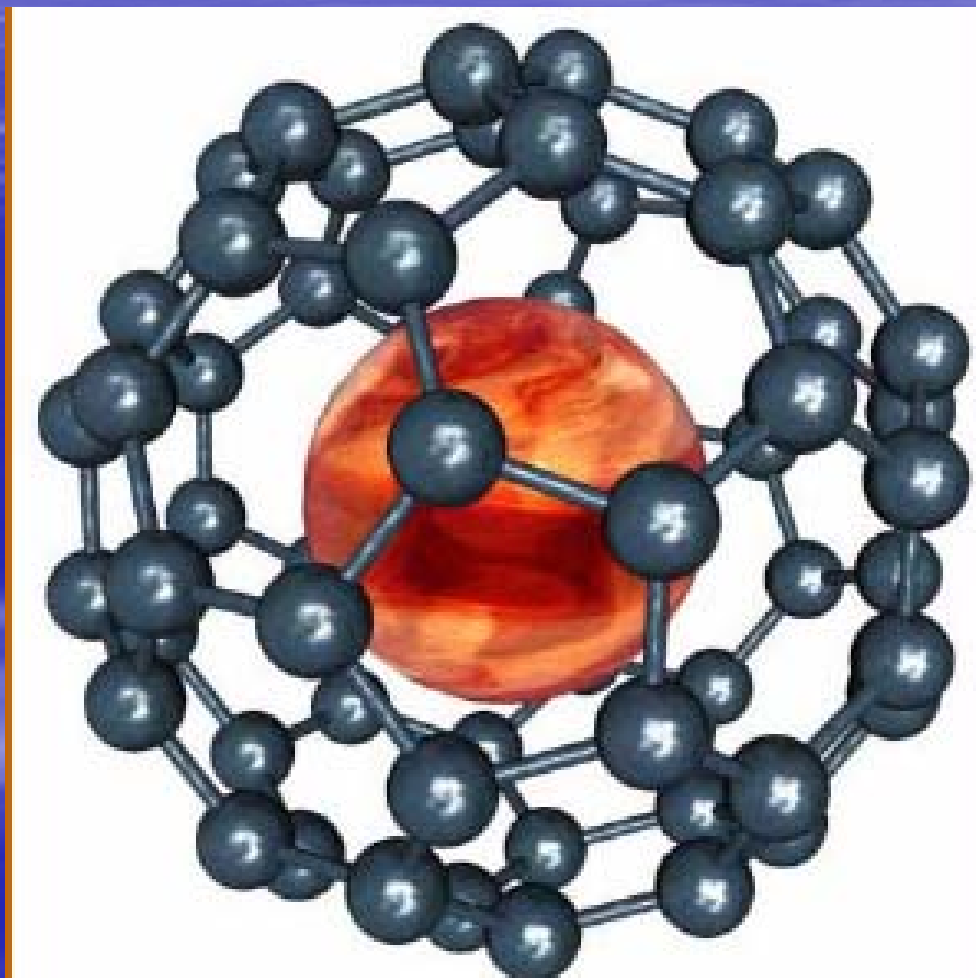
Funkcjonalizacja fulerenów

- Chemia egzohedralna
- Chemia endohedralna
- Heterofulereny

Fulereny egzohedralne

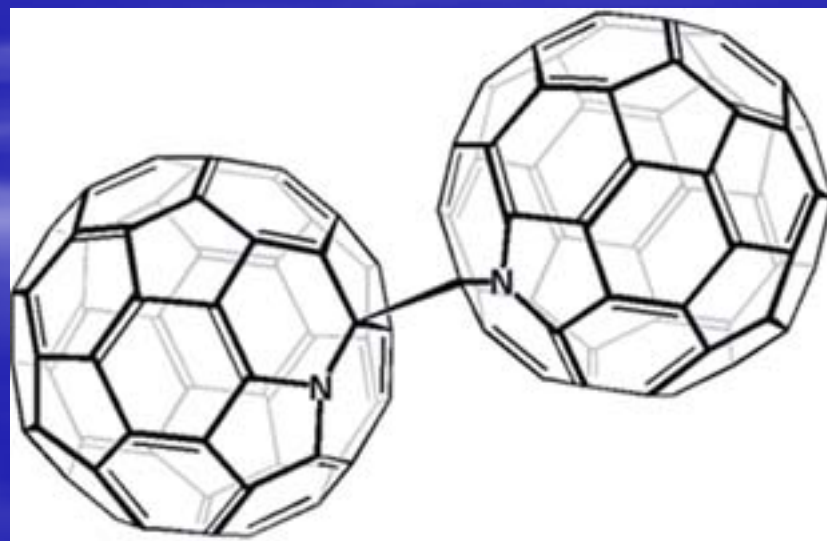
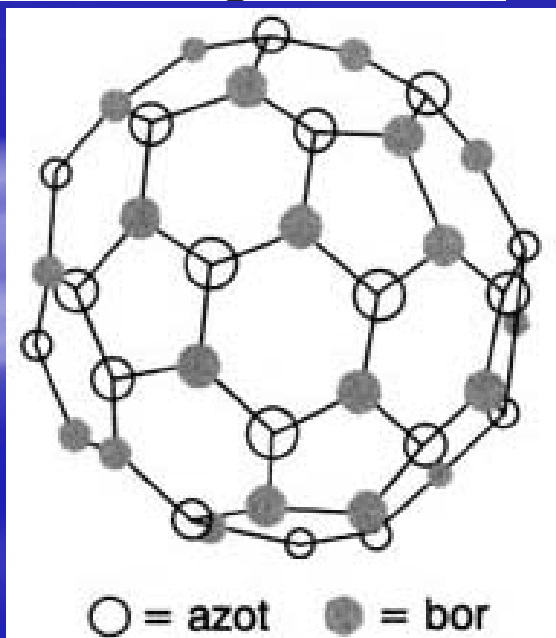
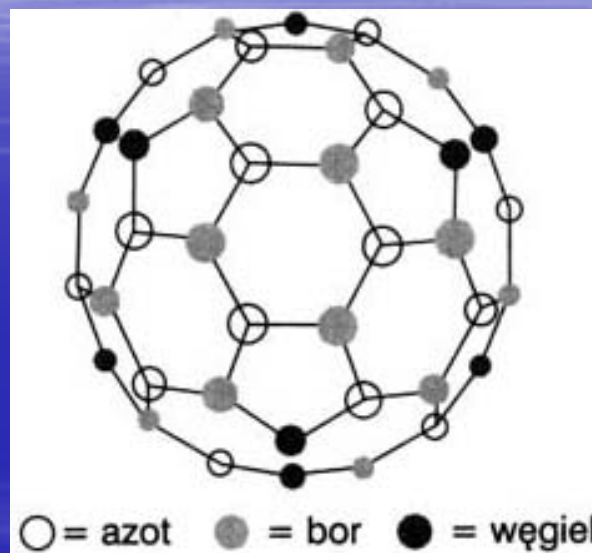
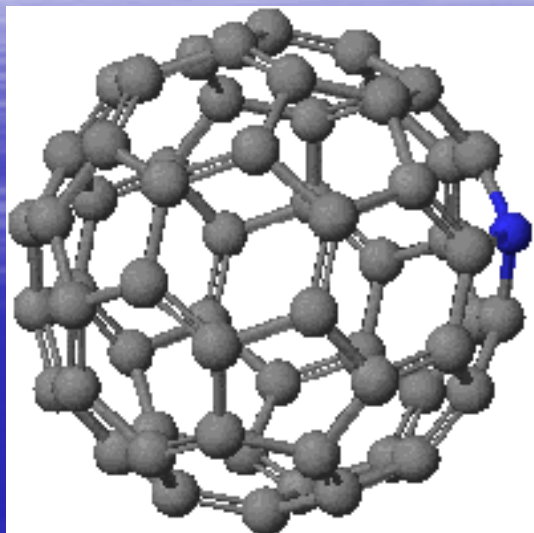


Fulereny endohedralne



$M_{3+}@C_{60}$

Heterofulereny



Metody otrzymywania fulerenów

*Aktywacja
laserowa*

*Metoda
elektrołukowa*

*Metoda
płomieniowa*

Inne

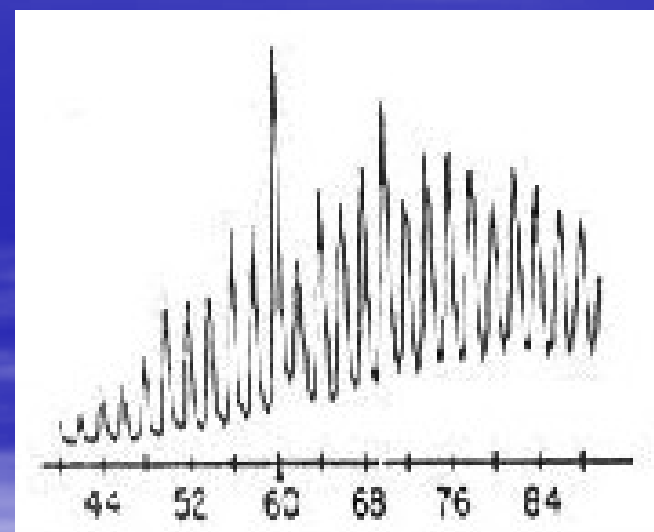
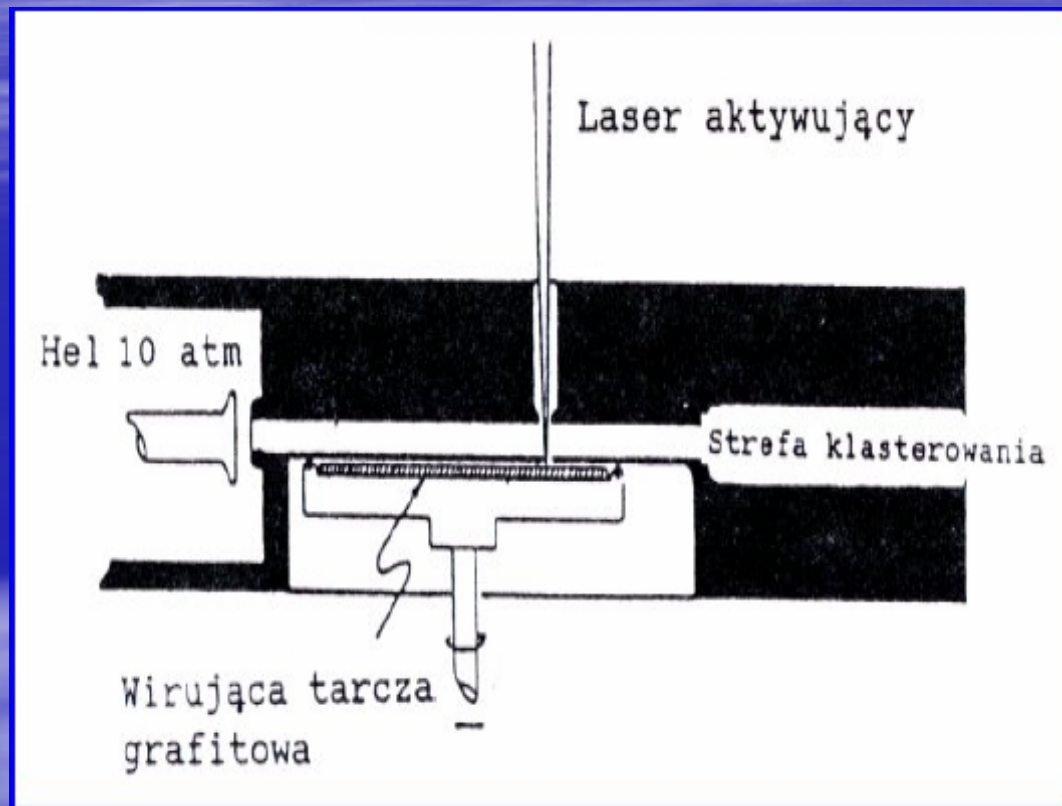
*Plazma
węglowa*

*Piec
słoneczny*

*Piroliza
węglowodorów*

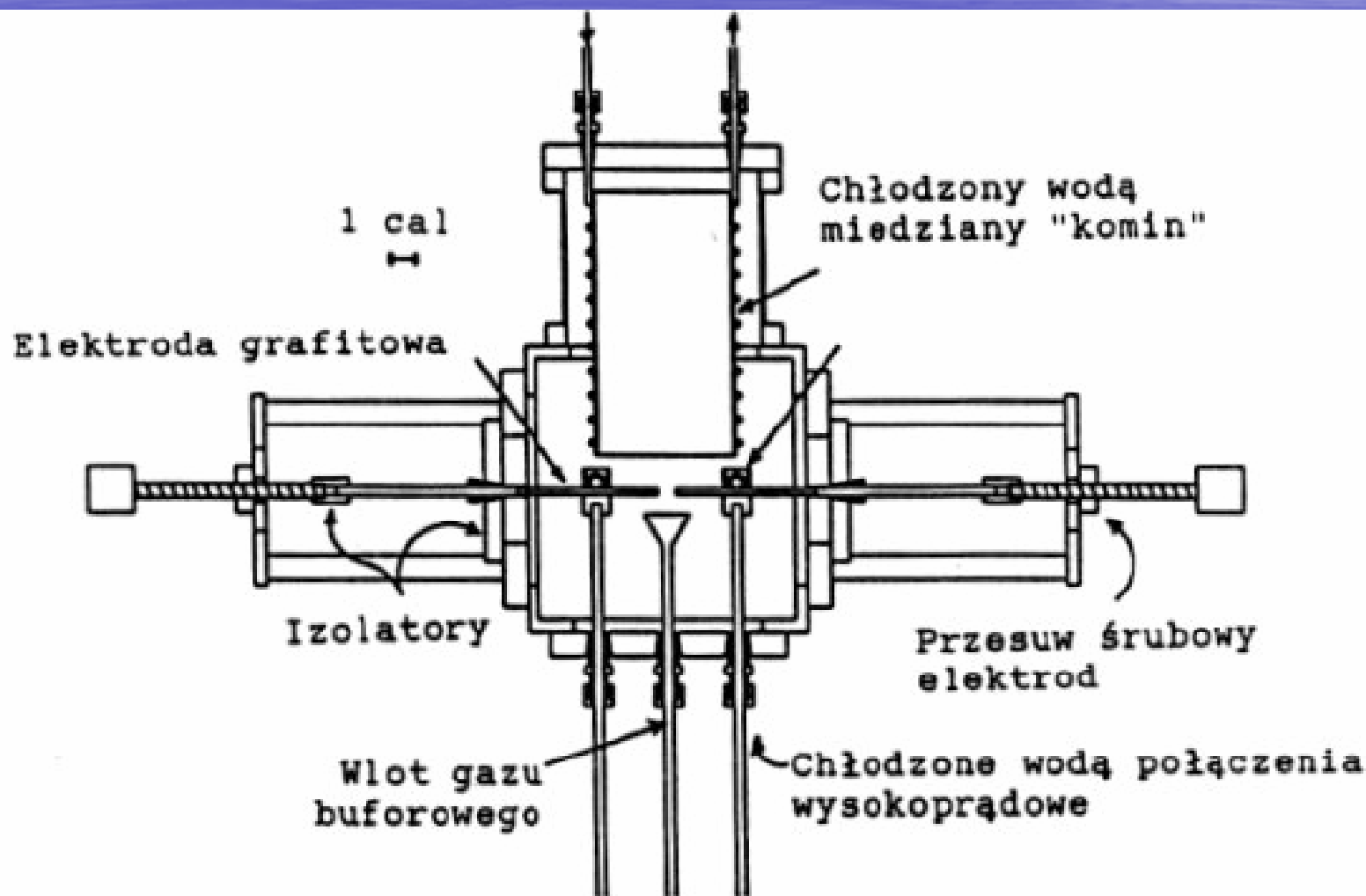
Aktywacja laserem

Kroto



Metoda elektrołukowa

Kratschmer i Huffman



Metoda płomieniowa

- Metoda płomieniowa wiąże się bezpośrednio z *okryciem Howarda*. Zauważył on, że podczas spalania acetyleny lub benzenu w tlenie, w sadzy znajdują się fulereny.

Plazma węglowa

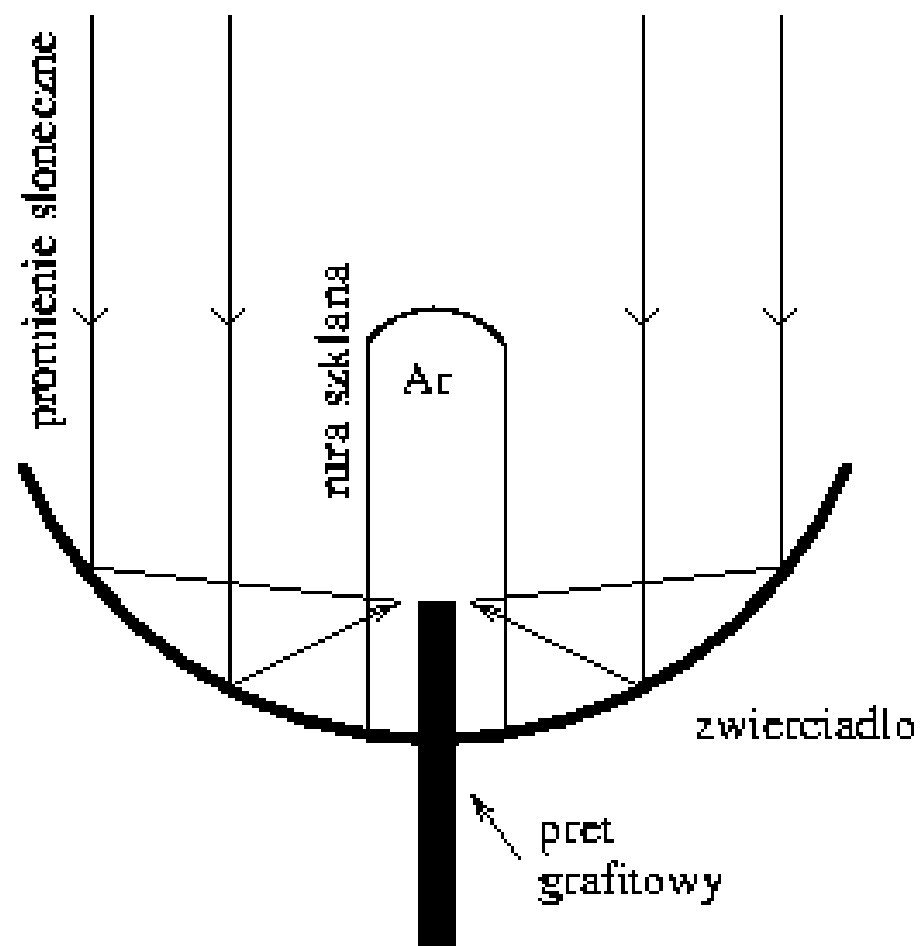
Badania metody elektrołukowej wykazały powstawanie plazmy w obrębie łuku. Zaczęto próbować wytworzyć plazmę inną metodą (z wyłączeniem łuku).

Rezultaty były pozytywne, przykładowo:

- odparowywanie próbek różnych węgli w plazmie indukcyjnej (30kW, 400Hz) w helu po ciśnieniu 15 hPa, temperatura 2800K.
- plazma węglowa z par naftalenu pod ciśnieniem atmosferycznym w atmosferze azotowej w temperaturze 4500K.

Wadą metody jest duże zużycie energii.

Piec słoneczny



Piroliza węglowodorów

**Węglowodory
zawierające
pierścienie
penta- i
heksagonalne**

**wysoka
temperatura** →

fulereny

Mechanizmy powstawania

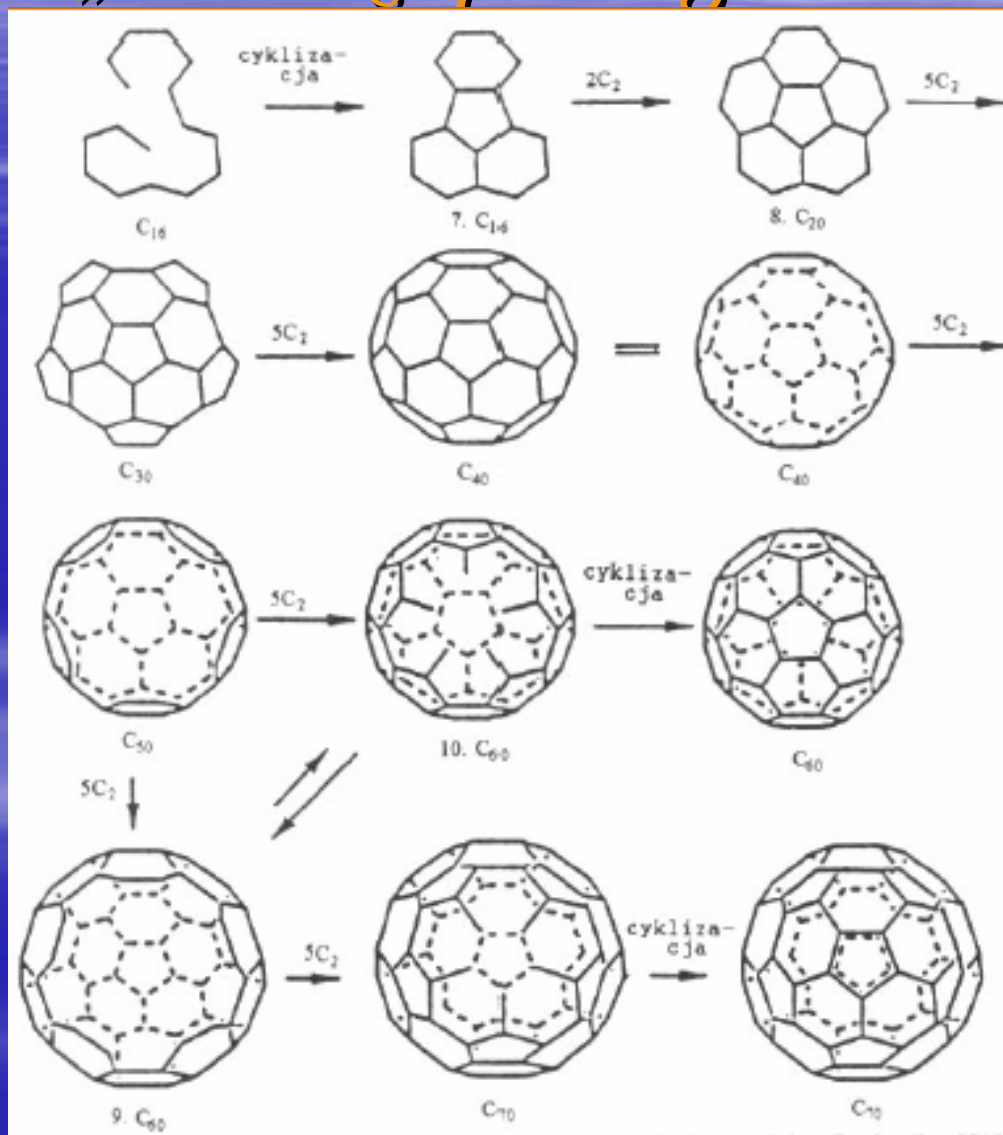
```
graph TD; A[Mechanizmy powstawania] --> B[Ścieżka pentagonalna]; A --> C[Ścieżka fulerenowa]; A --> D[Przyleganie pierścieni];
```

Ścieżka pentagonalna

Ścieżka fulerenowa

Przyleganie pierścieni

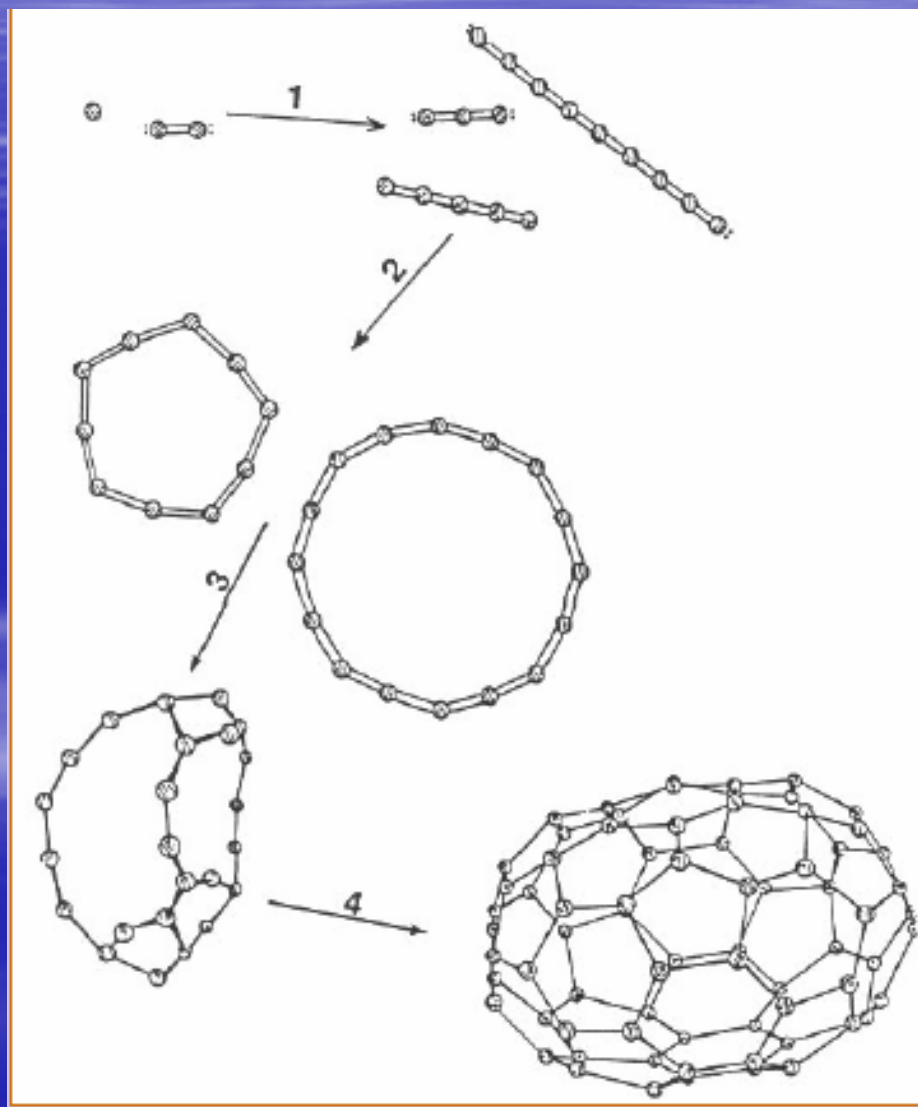
Mechanizm powstawania I „Ścieżką pentagonalną”



R. Smalley

Mechanizm powstawania II

„Ścieżką fulerenową”

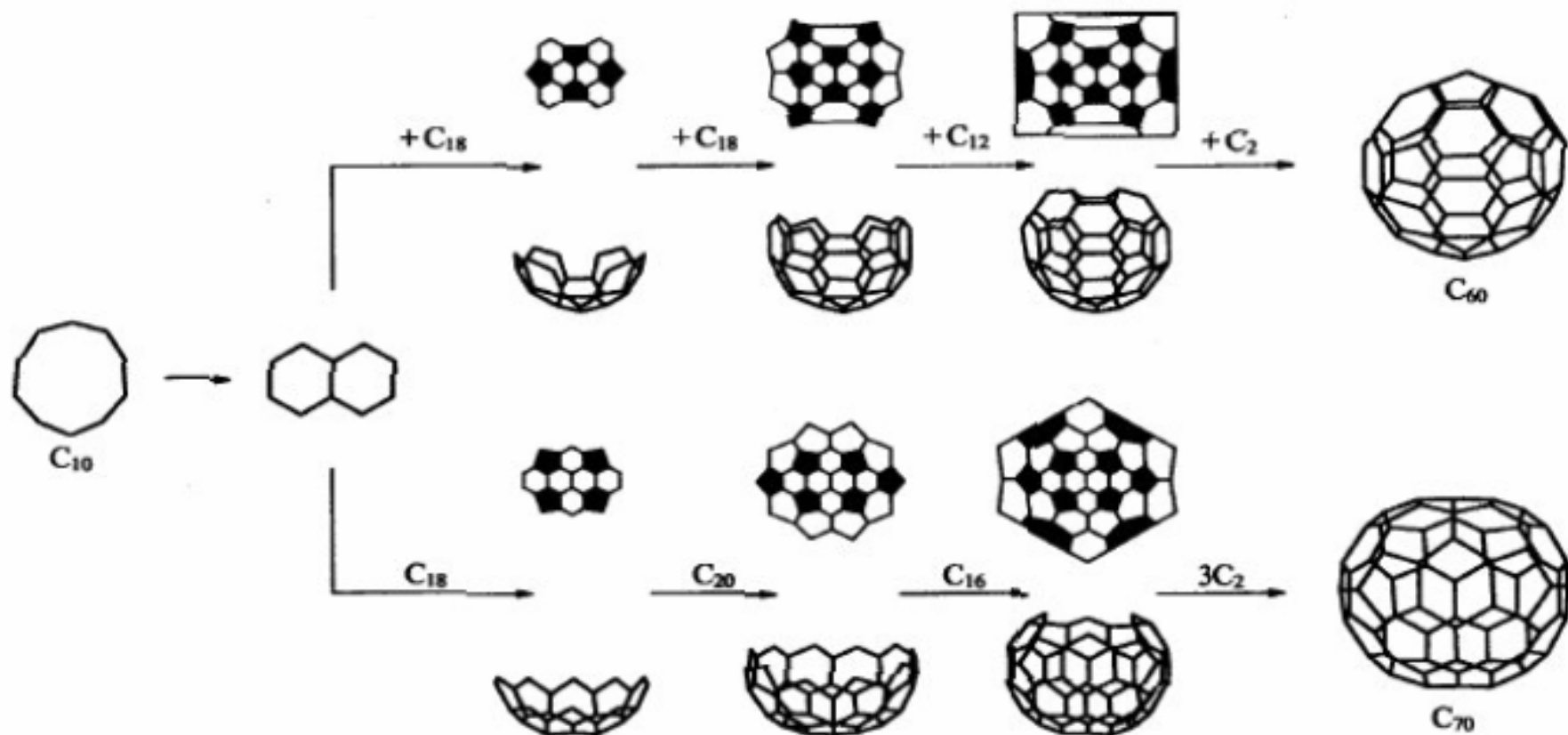


Heath

Mechanizm powstawania III

„Przyleganie pierścieni”

Wakabayashi
Achiba



Obszary perspektywicznych zastosowań fulerenów

- nadprzewodniki
 - *fulerydy: M_3+C_{60}
 - *fulereny endohedralne $M_3+@C_{60}$
- Zastosowania w medycynie
 - *są antyoksydantami, czyli pochłaniają i dezaktywują wolne rodniki
 - *zwalczanie AIDS
 - *liposomowa pochodna C_{60} działa destrukcyjnie na komórki rakowe uszkadzając ich aminokwasy
 - *lekarstwa uwięzione dla osłony wewnątrz fulerenu
- Fotooptyka i fotoprzewodnictwo
 - *ograniczniki optyczne, chroniące np. przed silnym światłem lasera

Inne Zastosowania

- *Stabilizatory paliw samolotowych*
- *Materiały kompozytowe*
- *Produkcja diamentów*
- *Katalizatory*
- *Niskociśnieniowe zbiorniki wodoru*

Bibliografia

- <http://www.staszic.edu.pl/2003/1d/strona8/strony/fulereny.htm>
- <http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2000/pdf/1803.pdf>
- <http://www.icpnet.pl>
- <http://www.wikipedia.org.pl>
- <http://www.onet.pl>
- <http://www.pwn.pl/>