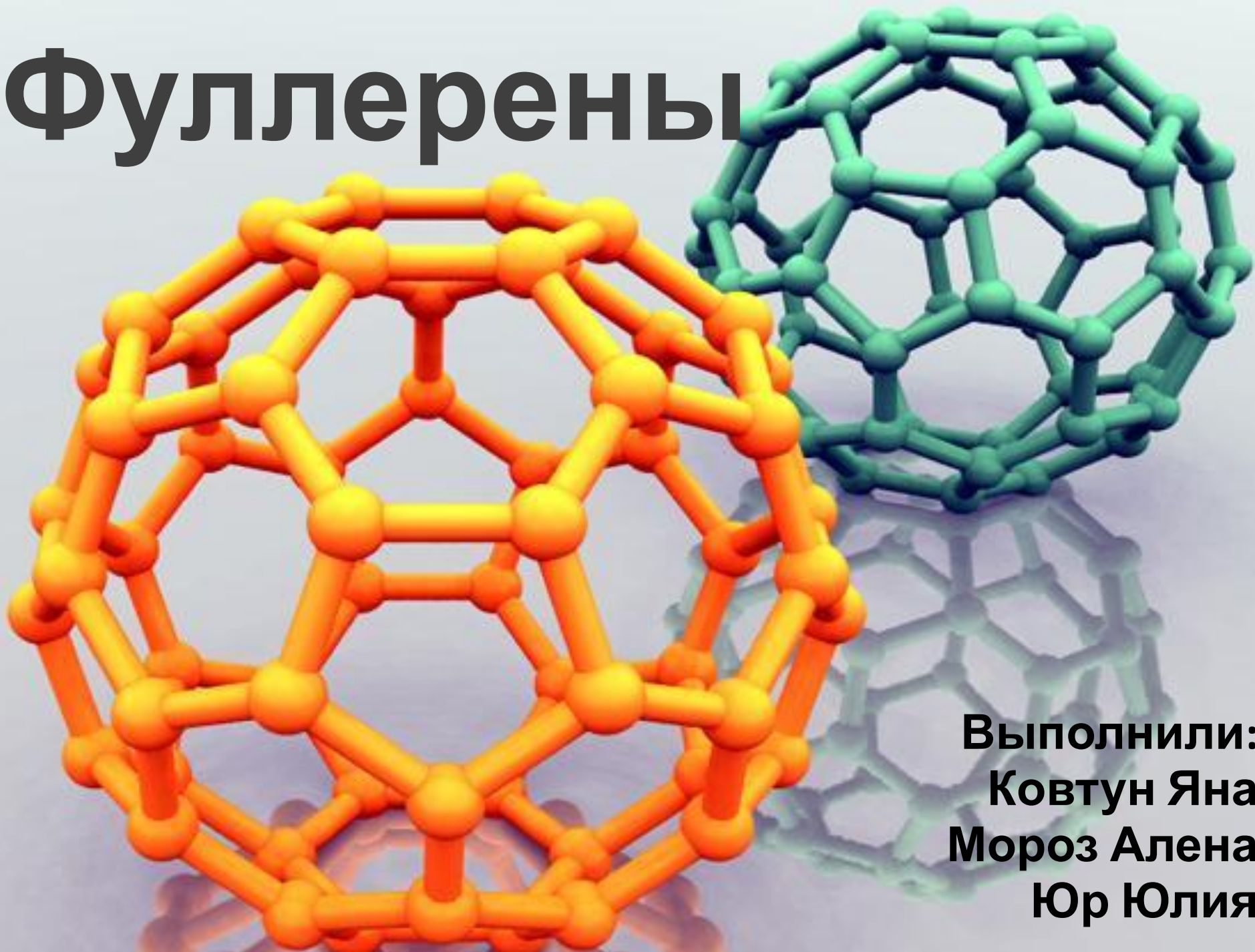


Фуллерены

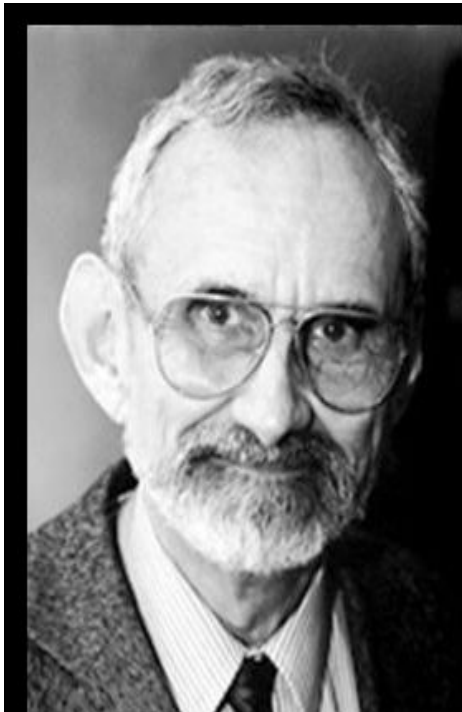


Выполнили:
Ковтун Яна
Мороз Алена
Юр Юлия

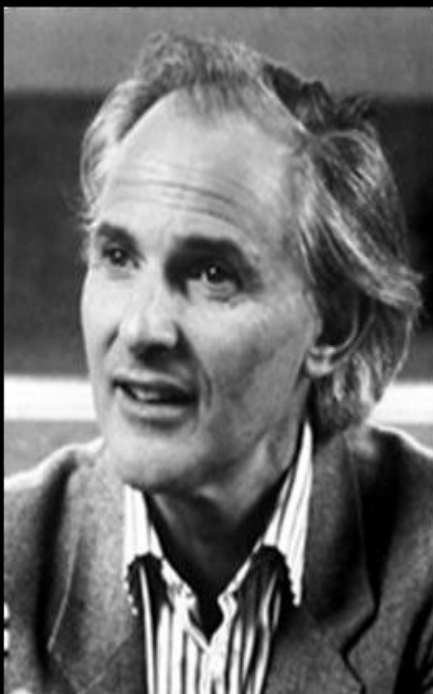
Содержание

1. История открытия
2. Определение
3. Номенклатура
4. Классификация
5. Получение
6. Физические и химические свойства
7. Применение

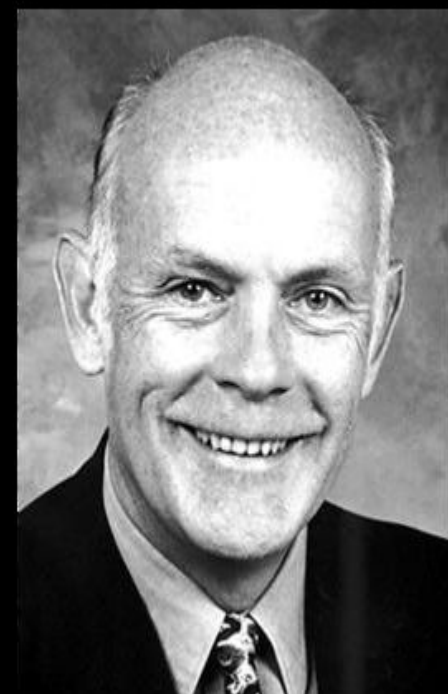
История открытия



**Роберт
Керл**



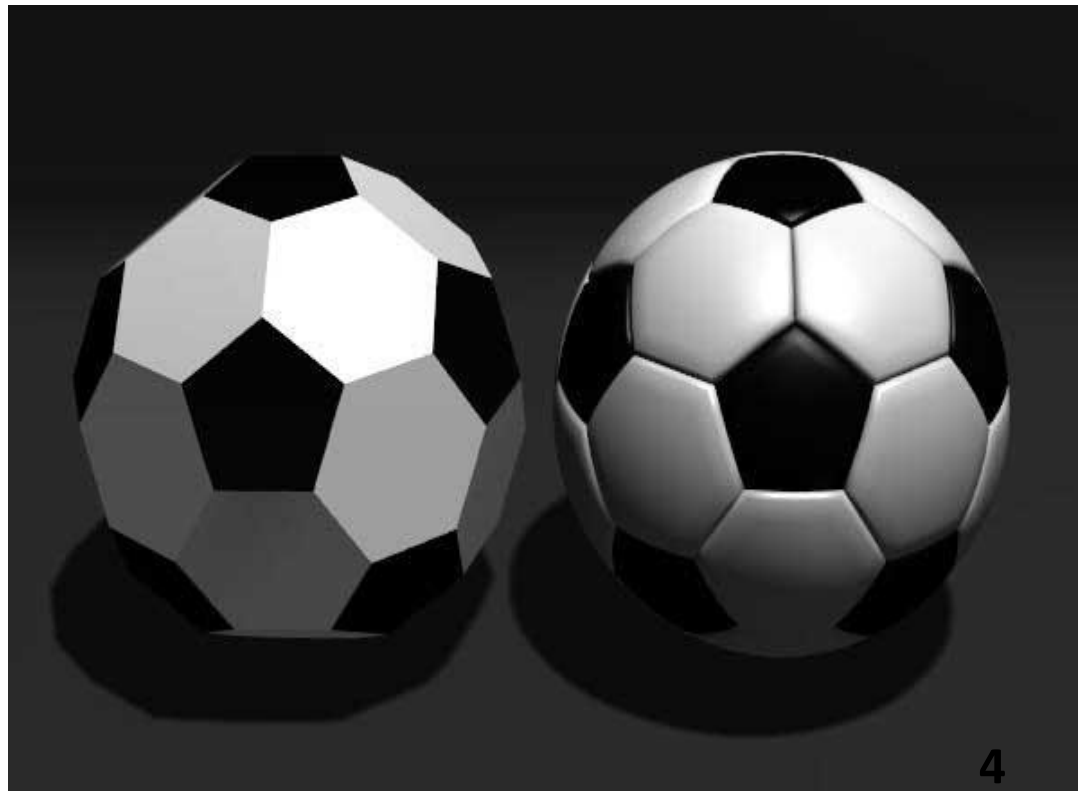
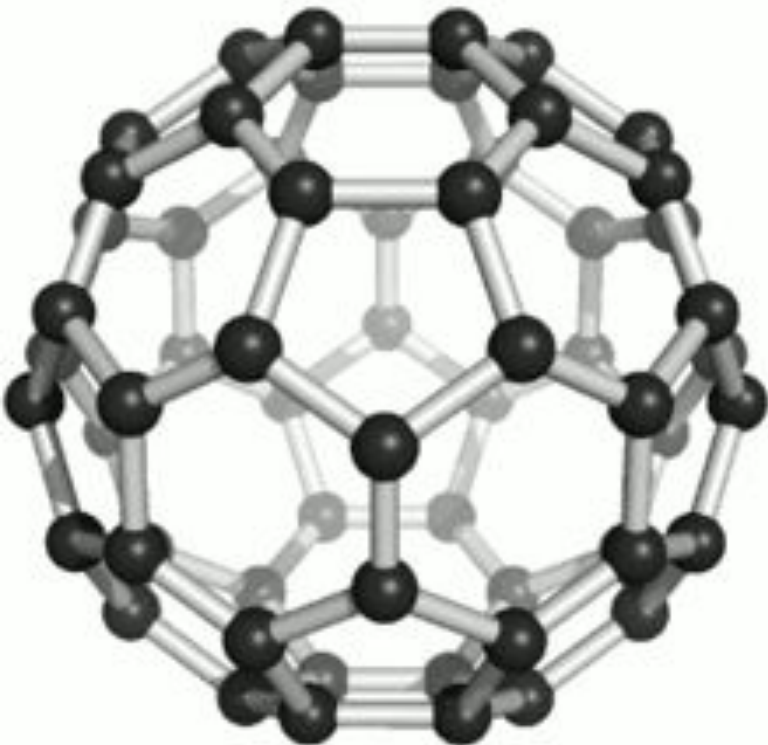
**Гарольд
Крото**



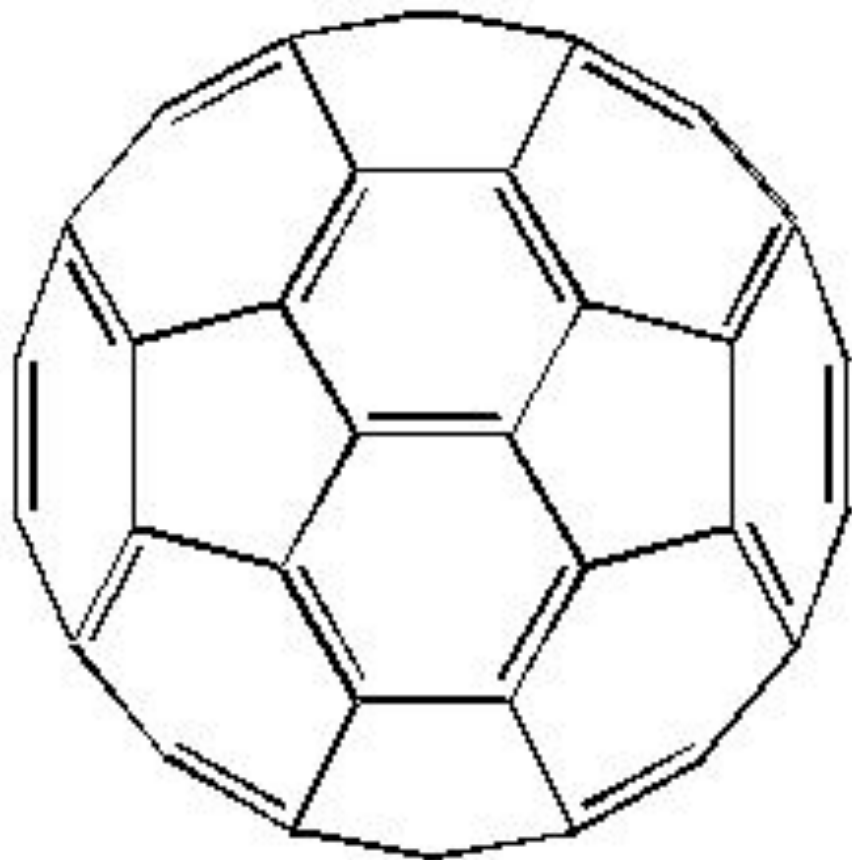
**Ричард
Смолли**

В 1985 г. - открыли фуллерены - новые молекулы, состоящие из одних атомов углерода. В 1996 г. – получили Нобелевскую премию по химии. Молекула C_{60} - бакминстерфуллерен, по имени американского архитектора Бакминстера Фуллера.

Фуллерен, бакибол или букибол - молекулярное соединение, принадлежащее классу аллотропных форм углерода и представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёх координированных атомов



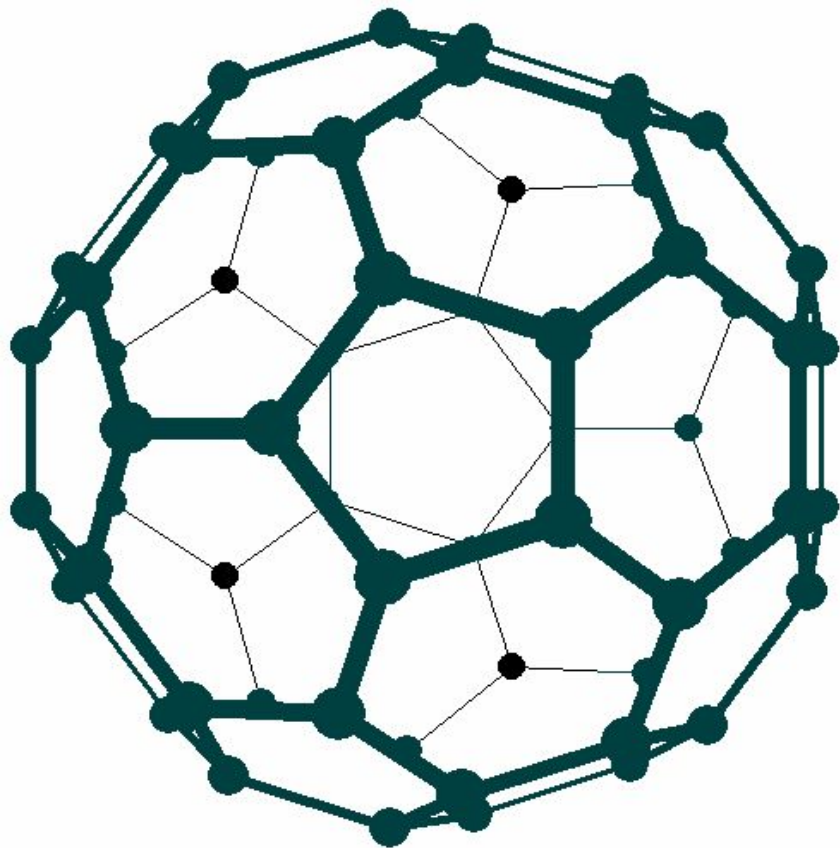
Номенклатура



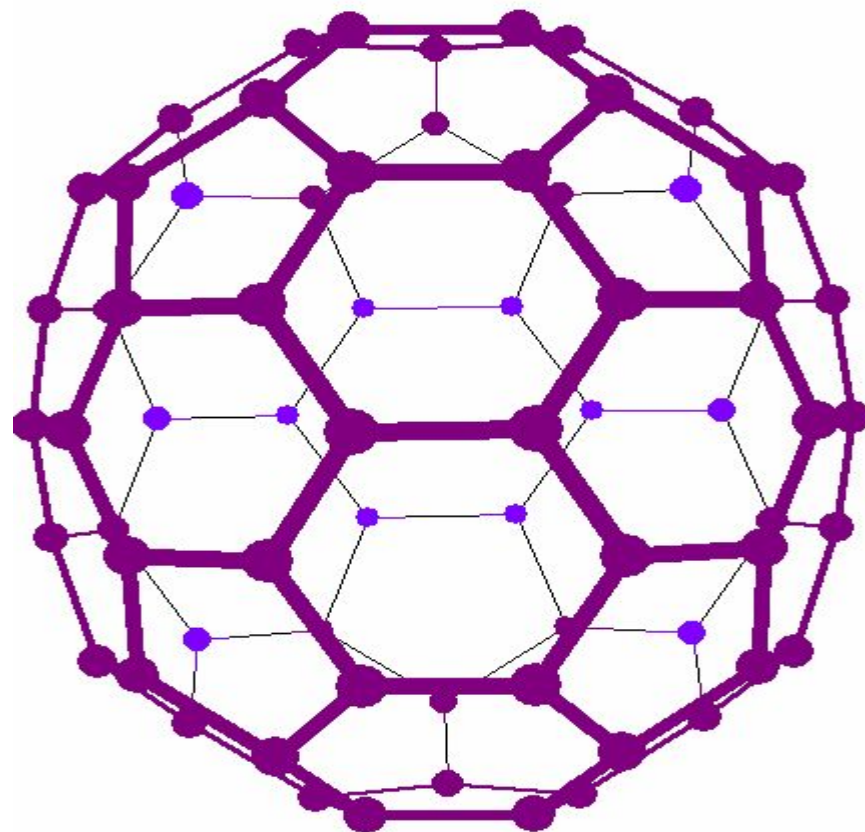
**[5,6]-
фуллерен-60-I_h**

гентриаконтакло-[29.29.0.0
2,14 . 0^{3,12} . 0^{4,59} . 0^{5,10} . 0^{6,58} . 0^{7,55} .
0^{8,53} . 0^{9,21} . 0^{11,20} . 0^{13,18} . 0^{15,30} .
0^{16,28} . 0^{17,25} . 0^{19,24} . 0^{22,52} . 0^{23,50} .
0^{26,49} . 0^{27,47} . 0^{29,45} . 0^{32,44} . 0^{33,60} .
0^{34,57} . 0^{35,43} . 0^{36,56} . 0^{37,41} . 0^{38,54} .
0^{39,51} . 0^{40,48} . 0^{42,46}]-гексаконта-
1,3,5(10),6,8,11,
13(18),14,16,19,
21,23,25,27,29(45),
30,32(44),33,35(43),
36,38(54),39(51),
40(48),41,46,49, 52,55,57,59-
триаконтаен

Номенклатура

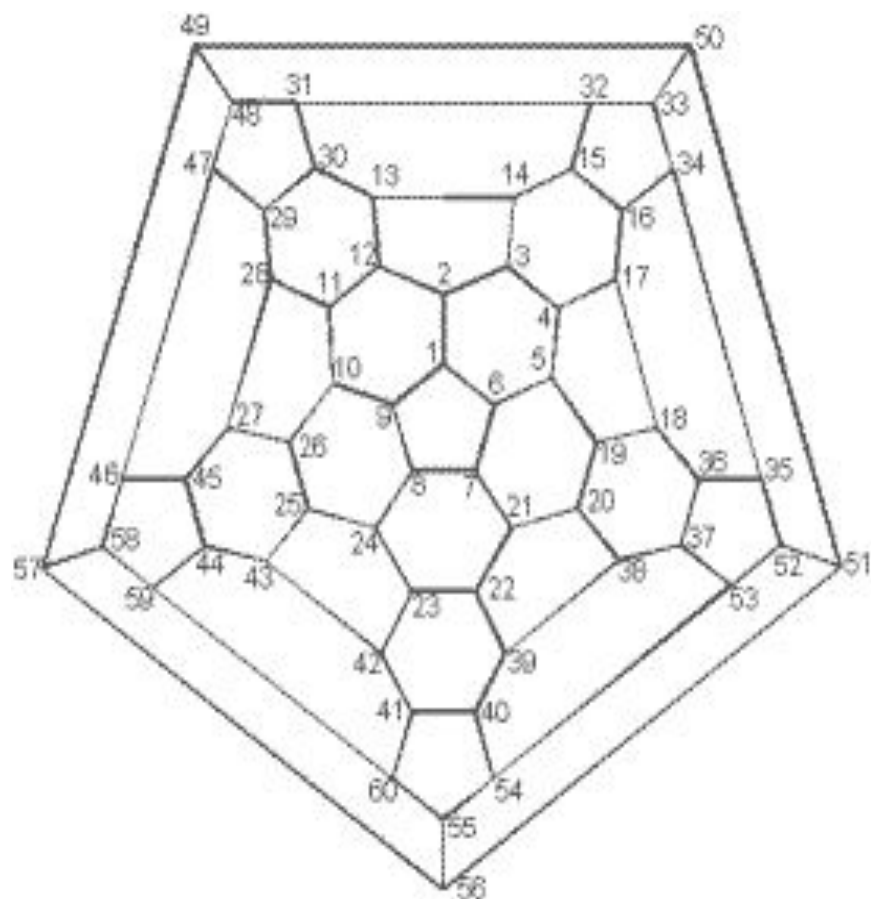


фуллерен-60

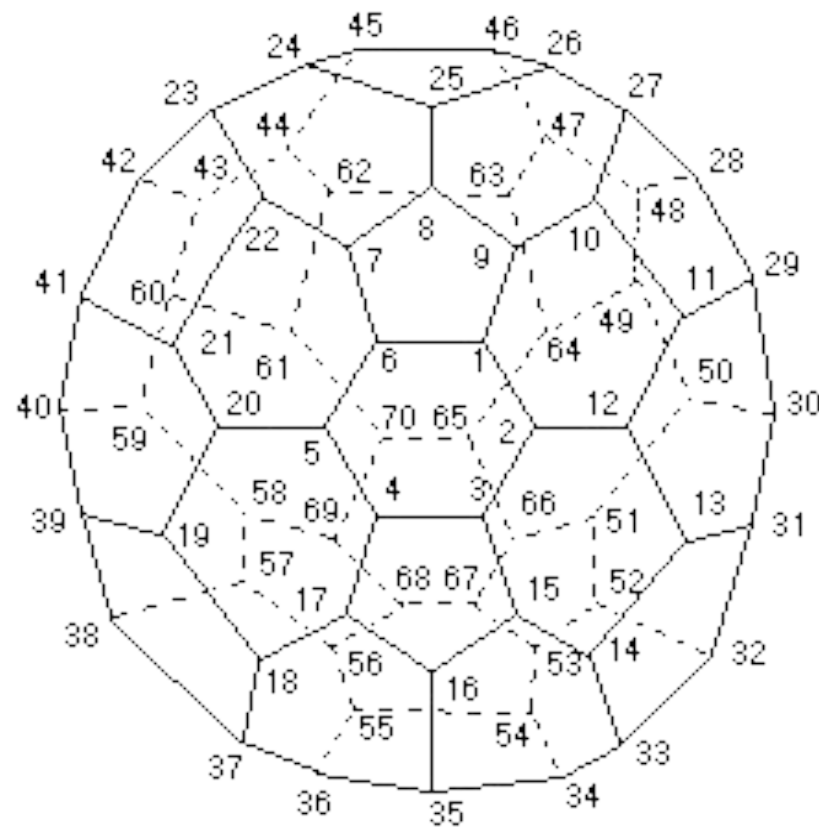


фуллерен-70

Номенклатура

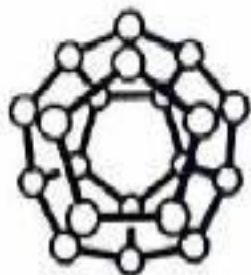


фуллерен-60

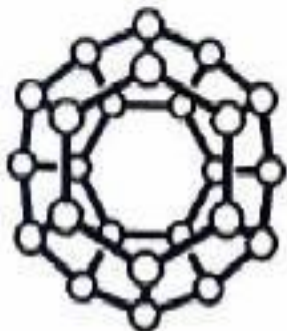


фуллерен-70

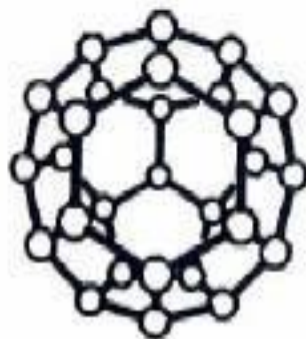
Номенклатура



C_{20}



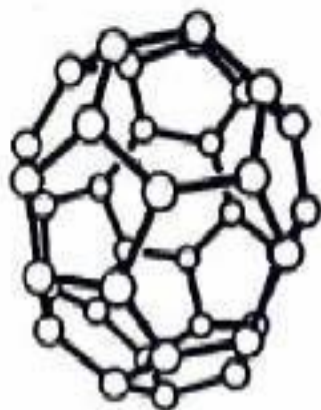
C_{24}



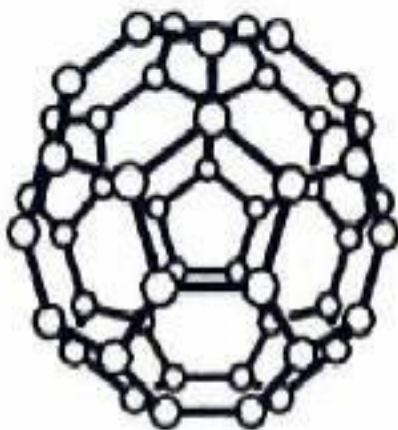
C_{28}



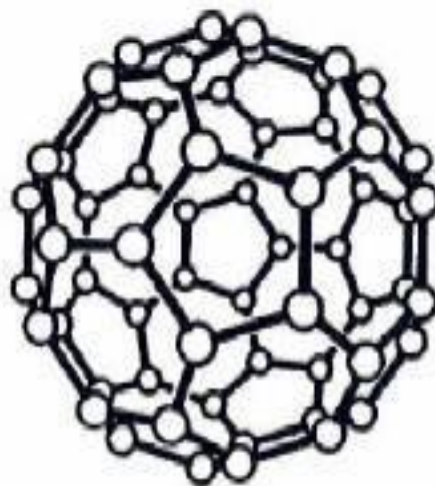
C_{32}



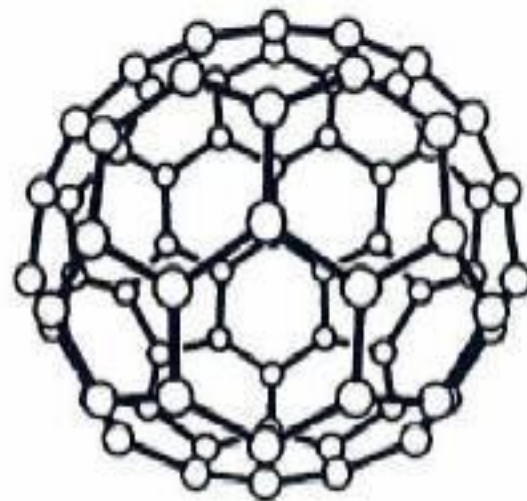
C_{36}



C_{50}

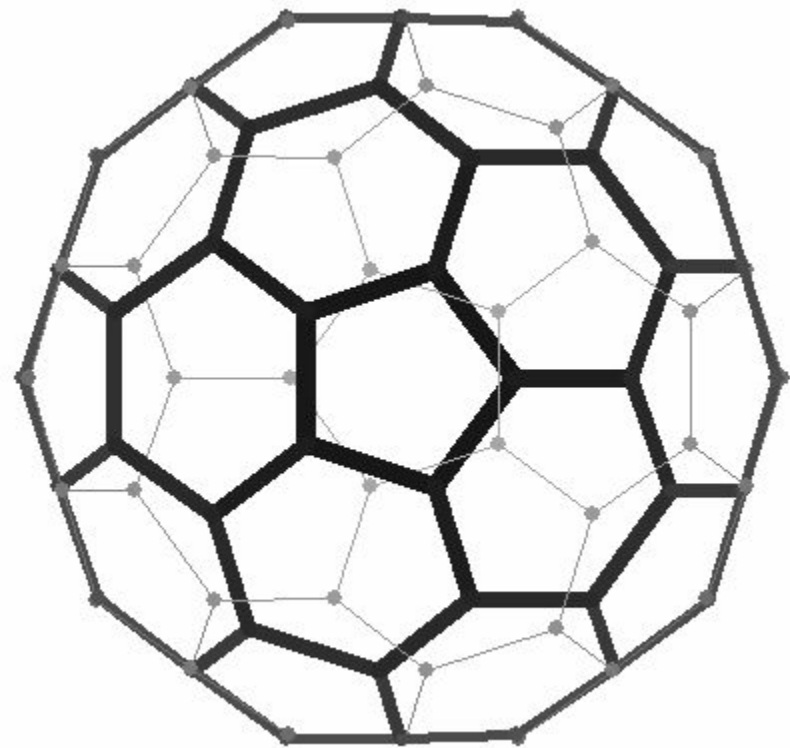


C_{60}

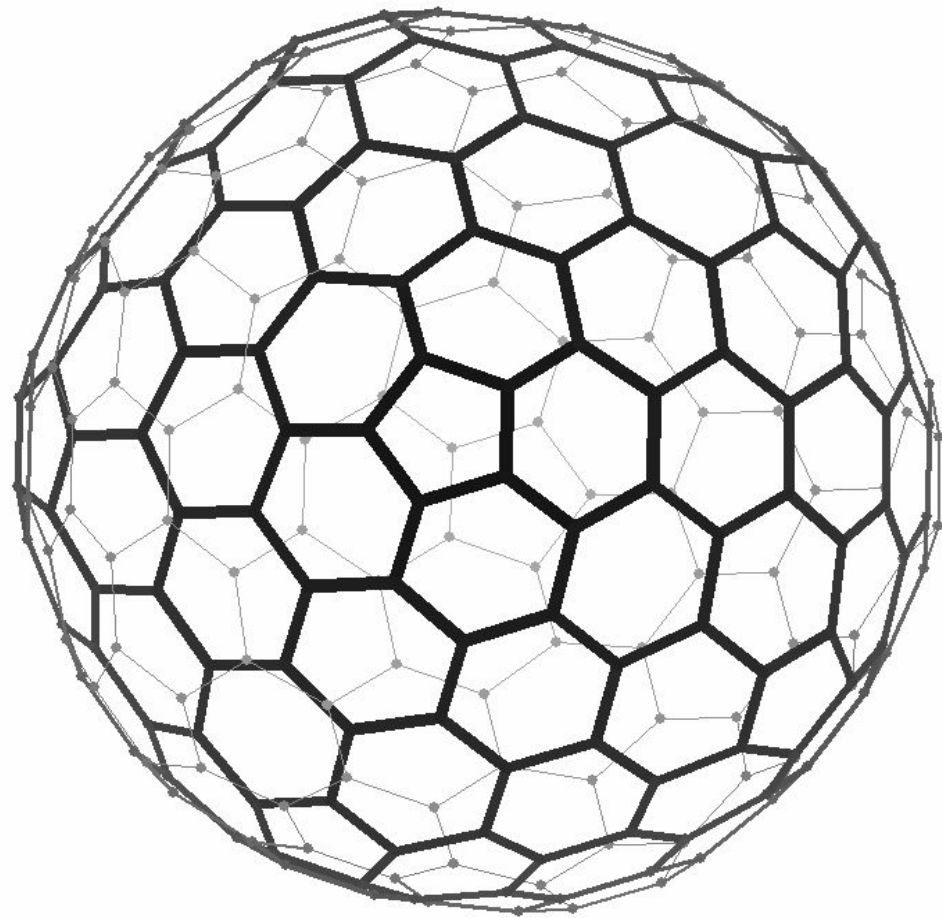


C_{70}

Номенклатура



C₈₀



C₂₄₀

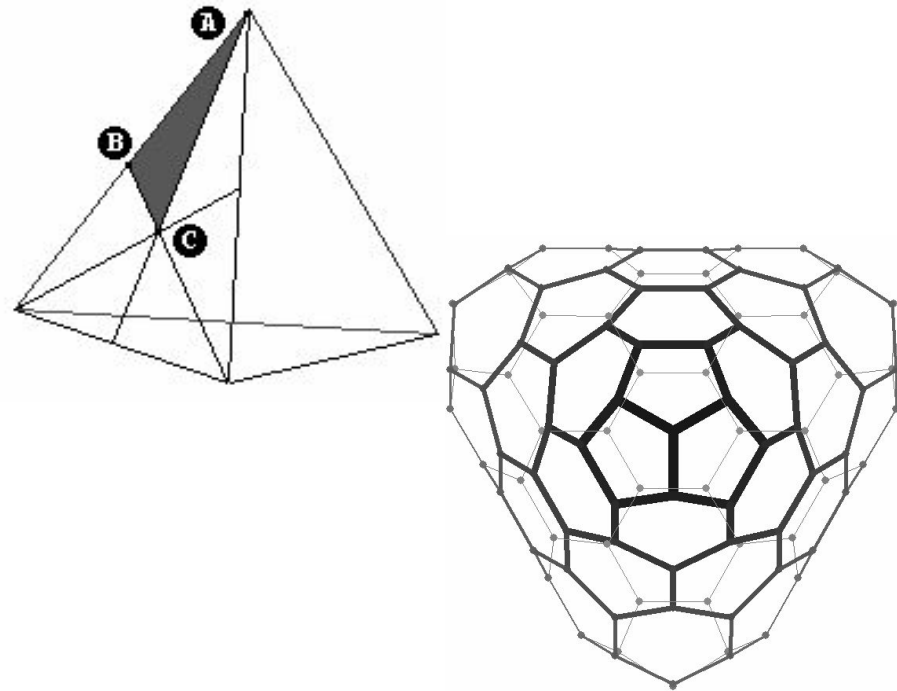
Приставки и дескрипторы



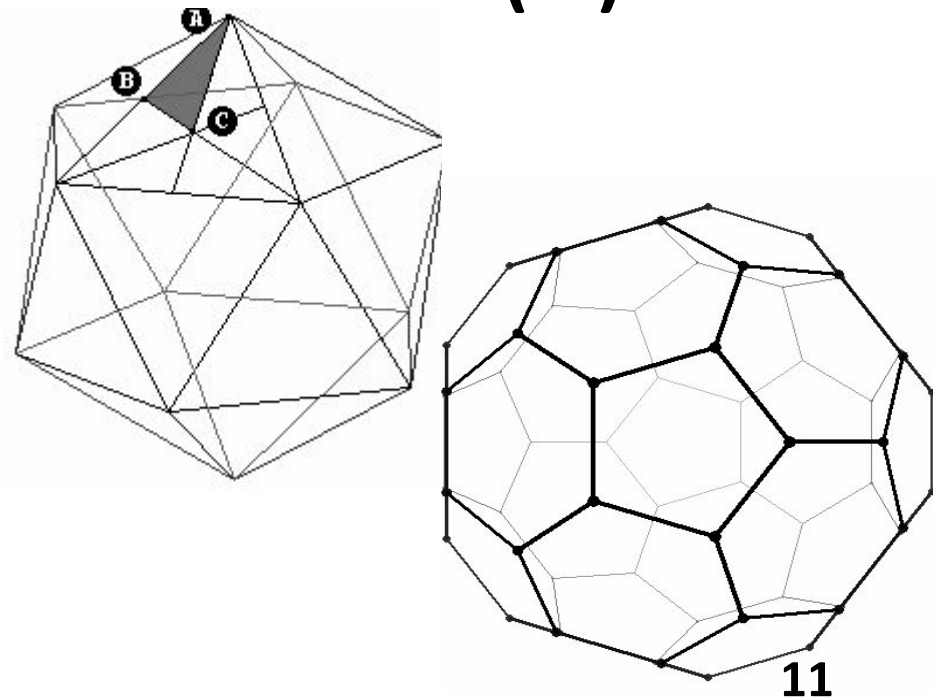
1. **«гомо»** - 1аН-1(9)а-гомо($C_{60}-I_h$)[5,6]фуллерен;
2. **«нор»** - 2Н-1-нор($C_{60}-I_h$)[5,6]фуллерен;
3. **«секо»** - 1,9-секо($C_{60}-I_h$)[5,6]фуллерен;
4. **«аза»** - 2Н-1-аза($C_{60}-I_h$)[5,6]фуллерен;
5. **«эндо»** - 1,7(эндо)-дибром-1,7-дигидро($C_{60}-I_h$)[5,6]фуллерен.

Классификация (по форме фуллерена)

**Тетраэдрические
фуллерены
(Td)**



**Икосаэдрические
фуллерены
(Ih)**



Получение фуллерена термическим разложением графита

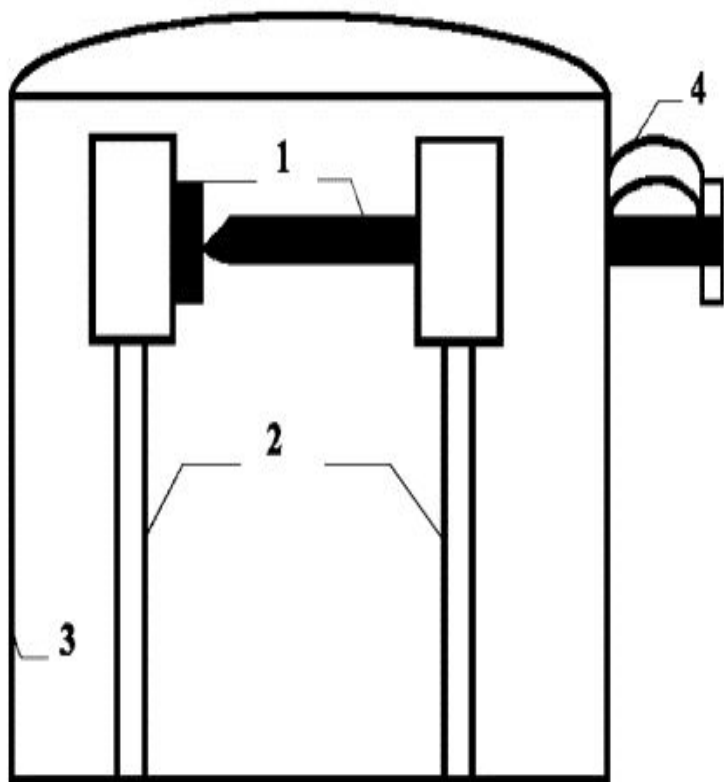


Рис. 1. Схема установки для получения фуллеренов

1 – графитовые электроды;

2 – охлаждаемая медная шина;

3 – медный кожух,

4 – пружины

10% фуллерена = 9% C_{60} + 1% C_{70}

Физические свойства

- Фуллерены представляют собой мелкокристаллические порошки черного цвета, лишенные запаха.
- В воде, этаноле, ацетоне и др. полярных растворителях практически нерастворимы.
- В бензоле, толуоле, фенилхлориде растворяются с образованием окрашенных в красно-фиолетовый цвет растворов.

Химические свойства

Конденсированные системы, состоящие из молекул фуллеренов, называются фуллеритами. Атомы углерода в молекуле фуллерена связаны σ - и π -связями. Молекулы удерживаются в кристалле силами Ван-дер-Ваальса.

Бензол $\neq$ Фуллерен



S_E

**Присоединения
ОВР**

Химические свойства

I. Реакции присоединения

1. Реакции циклоприсоединения

1.1. Реакции Дильса-Альдера ([4+2]циклоприсоединение)

1.2. Реакция с диазометаном ([3+2]циклоприсоединение)

1.3. Реакции циклоприсоединения с замещенными фенилдиазометанами

1.4. Реакции [2+2]циклоприсоединения

1.5. Реакция с броммалоновым эфиром (диэтилброммалонатом)

2. Нуклеофильное присоединение (взаимодействие с реактивами Гриньяра)

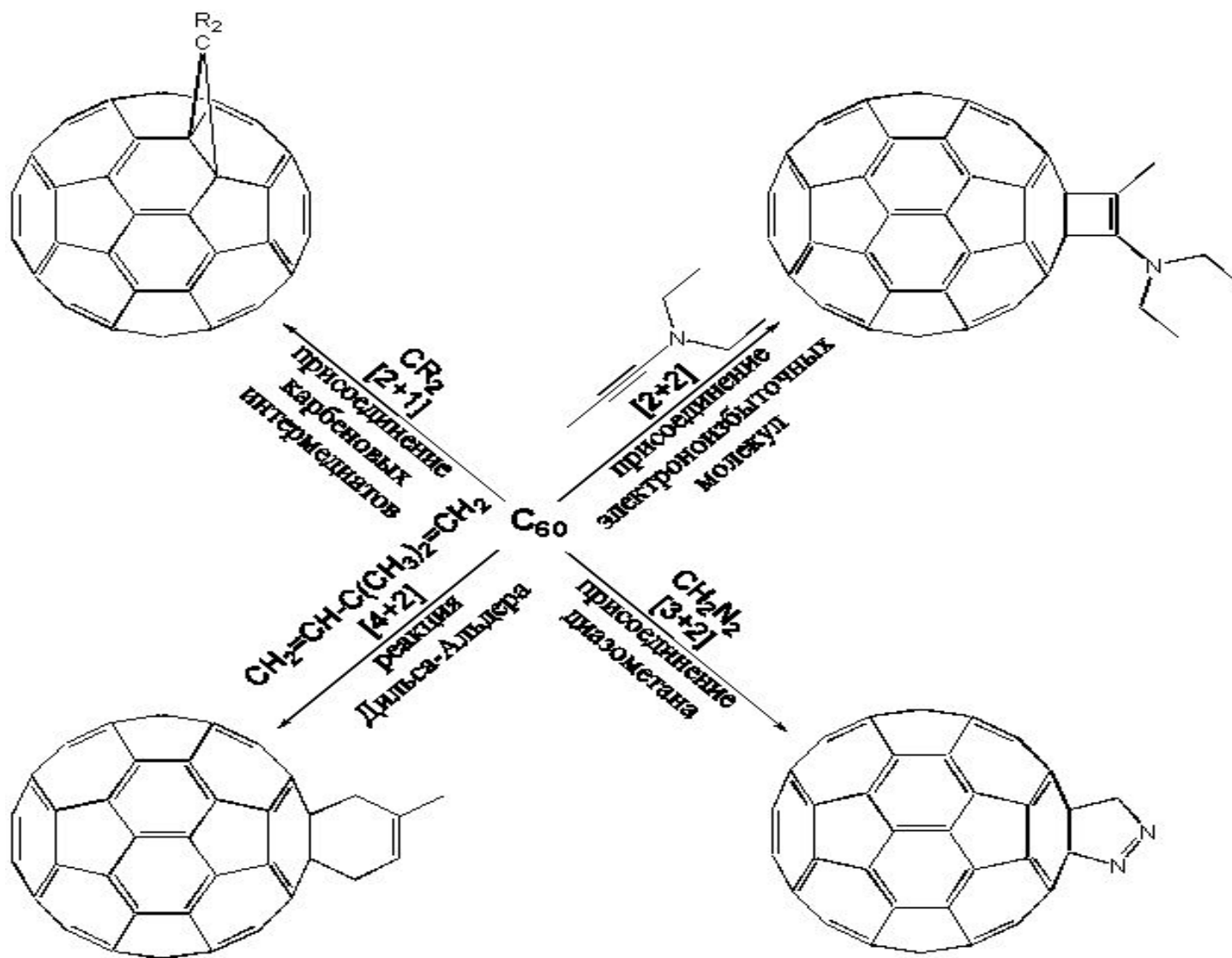
3. Полимеризация

4. Комплексообразование

4.1. Образование комплексов

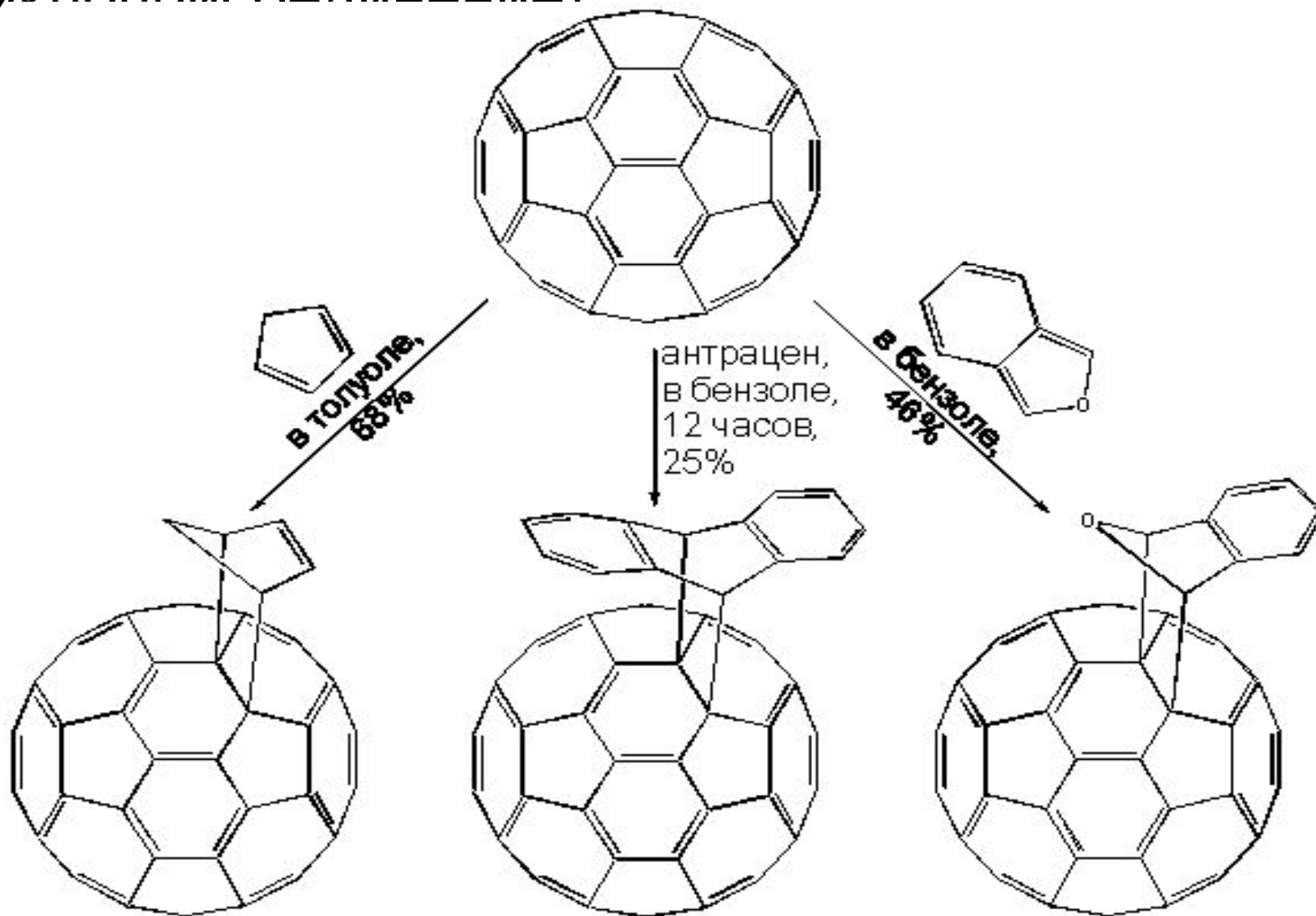
4.2. Образование комплексов с переходными металлами

I. Реакции присоединения

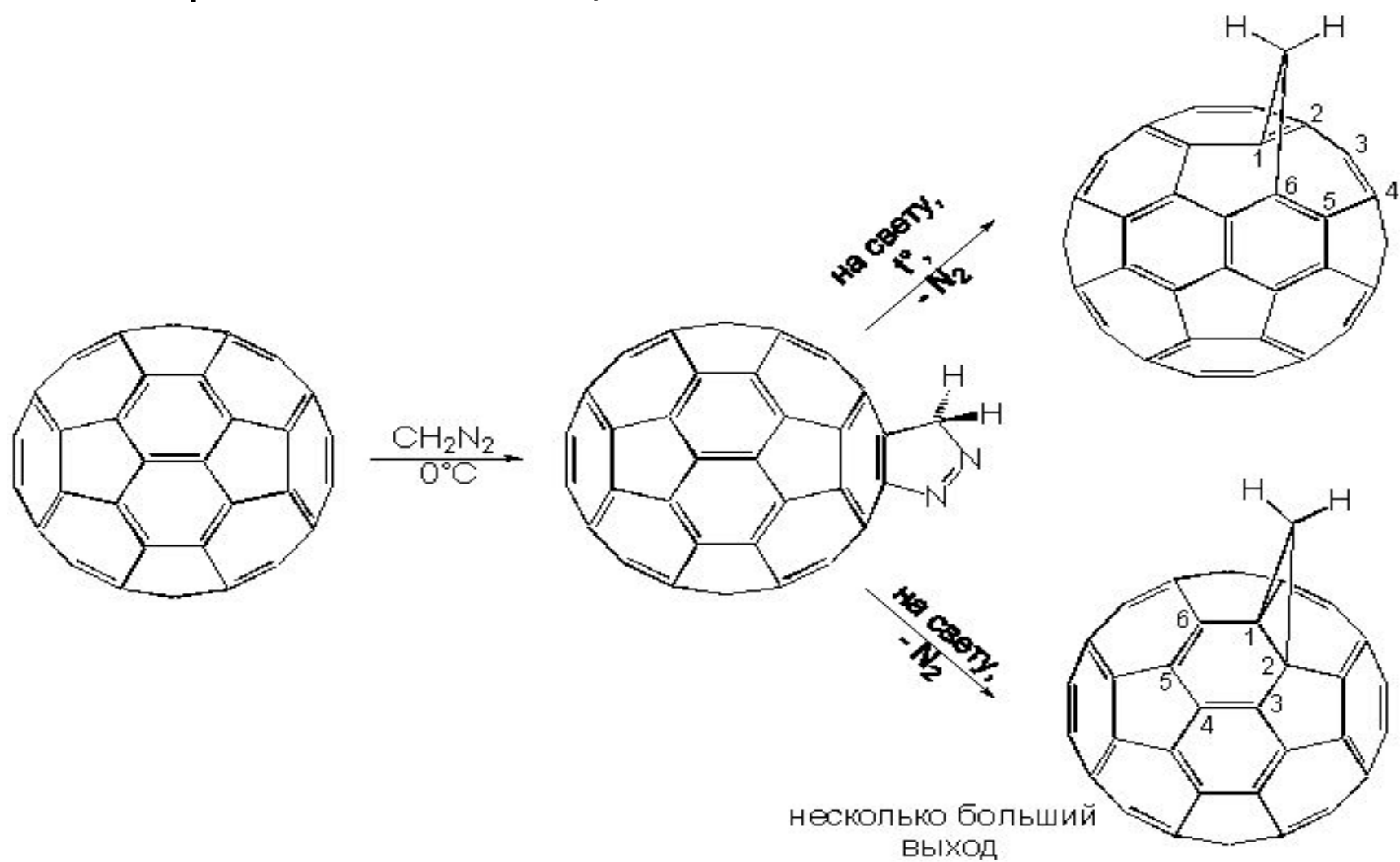


1. Реакции циклоприсоединения

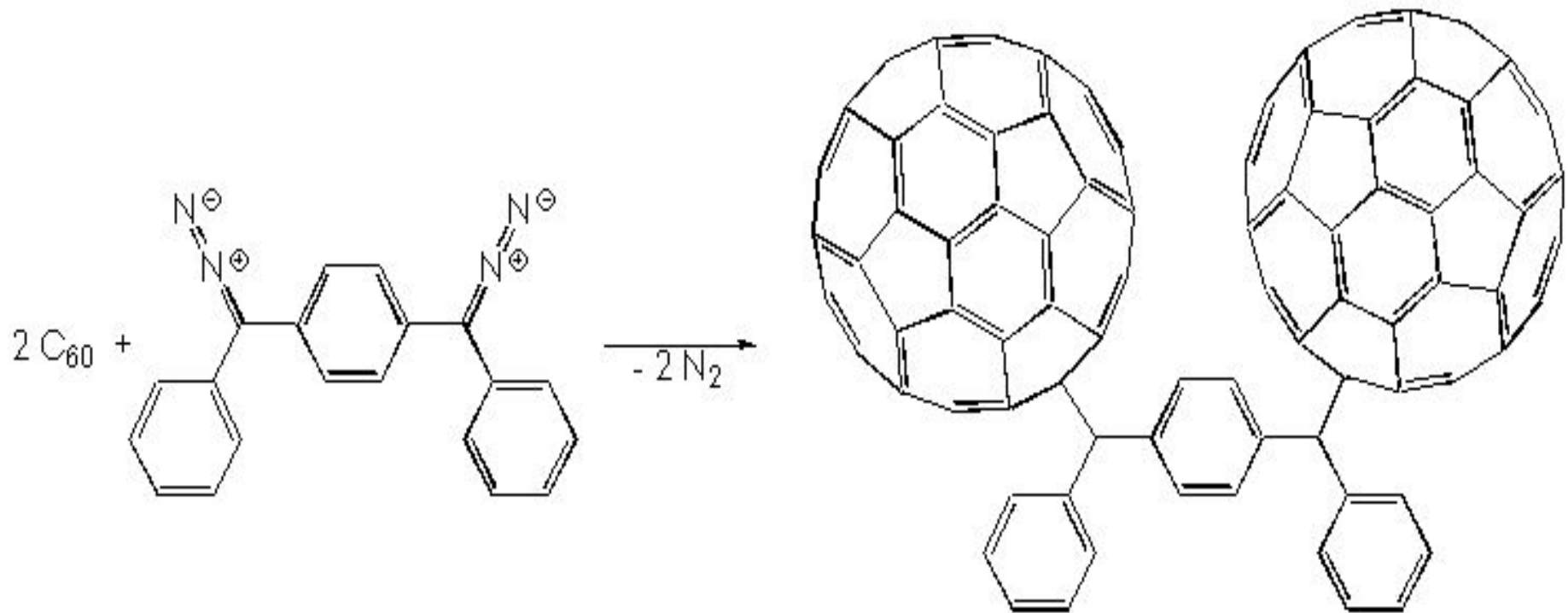
1.1. Реакция Дильса-Альдера ([4+2] циклоприсоединение)



1.2. Реакция с диазومتаном ([3+2]
циклоприсоединение)

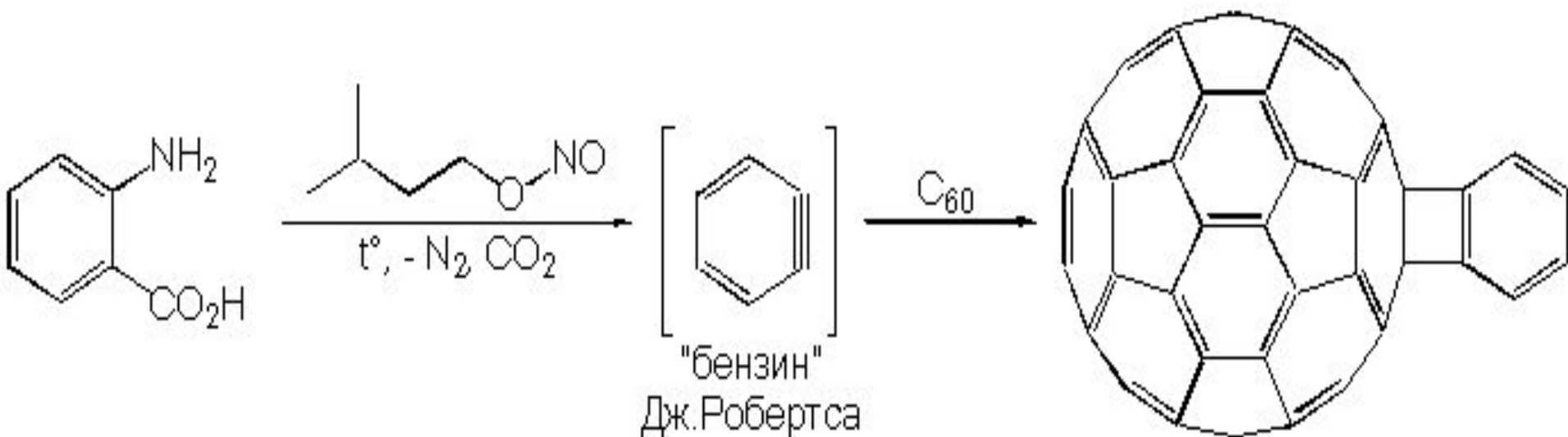


1.3. Реакции циклоприсоединения с замещенными фенилдиазометанами

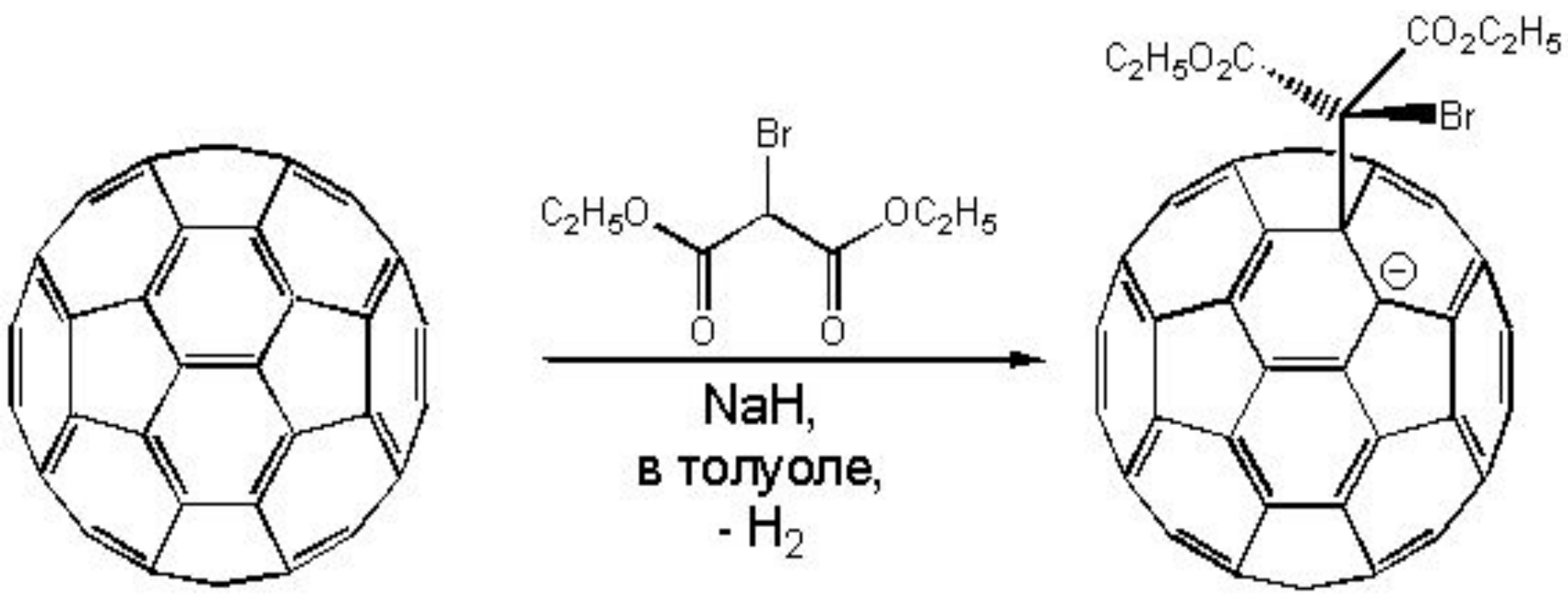


**«Нить
жемчуга»**

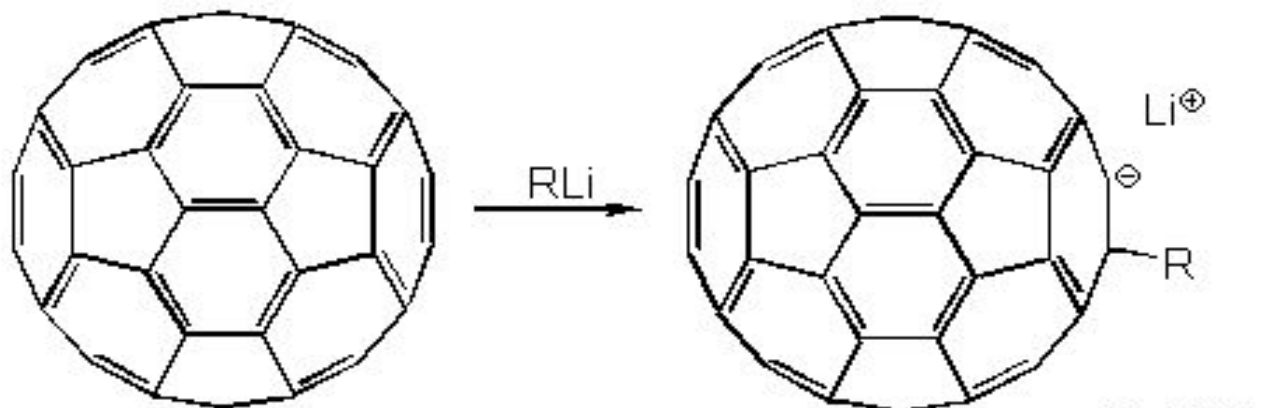
1.4. Реакции [2+2]циклоприсоединения



1.5. Реакция с броммалоновым эфиром
(диэтилброммалонатом)



2. Нуклеофильное присоединение (взаимодействие с реактивами Гриньяра)



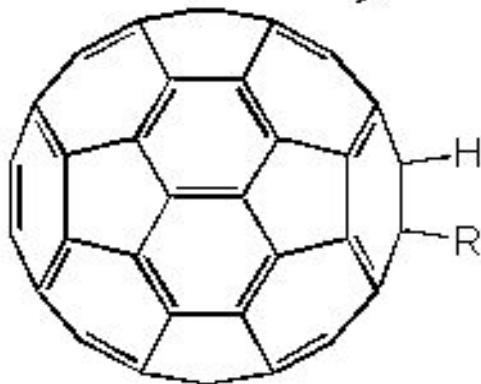
соль, в общем случае $C_{60}R_nLi_n$

$C_{60}R_nLi_n$

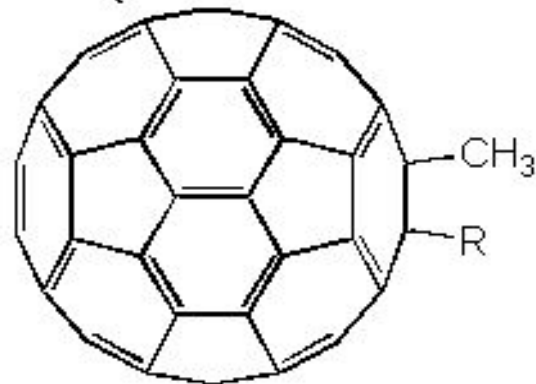
Анионы RC_{60}^-

HCl

CH₃I

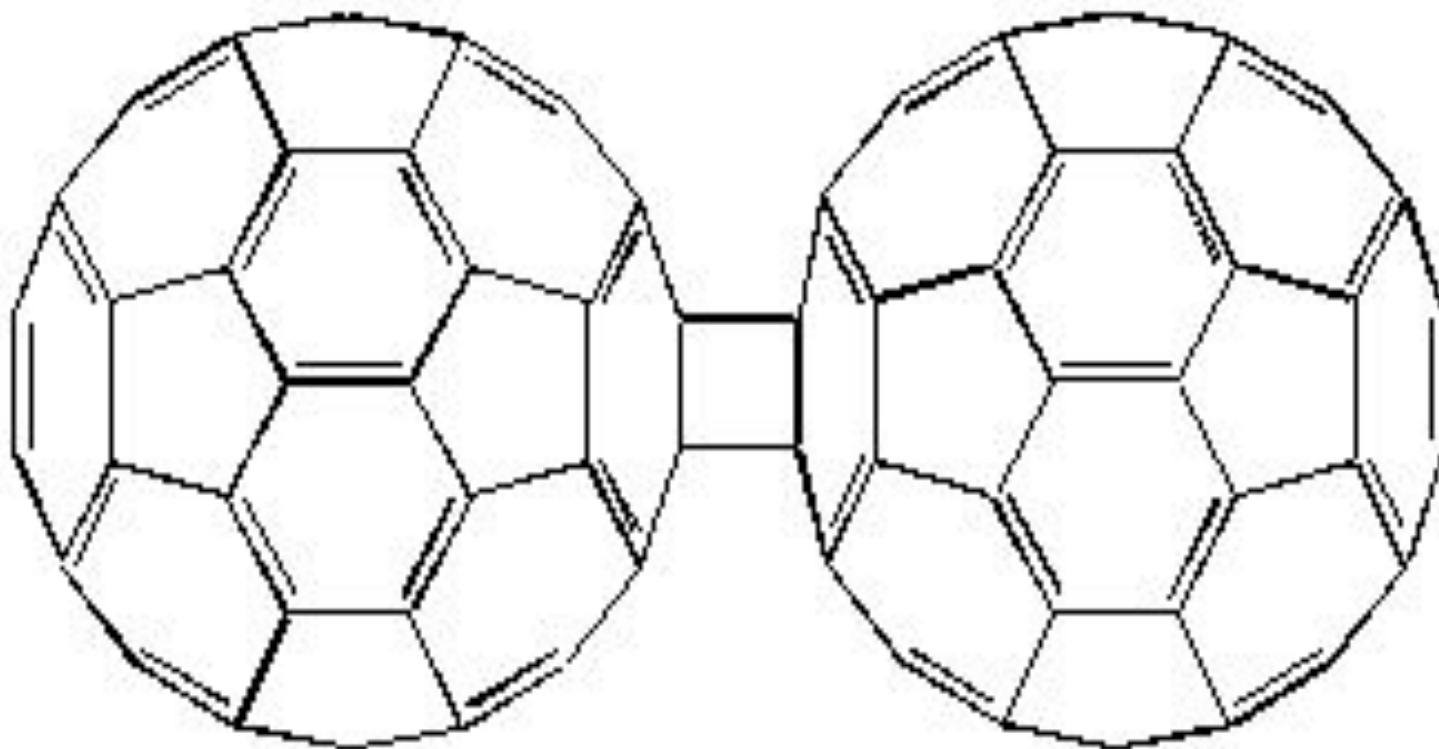


гидрофуллере
н



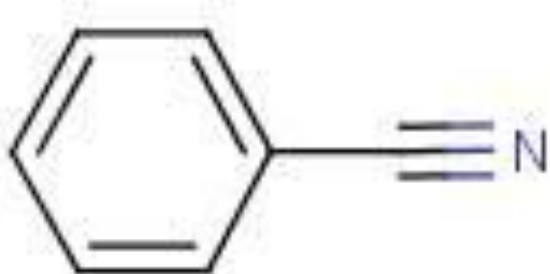
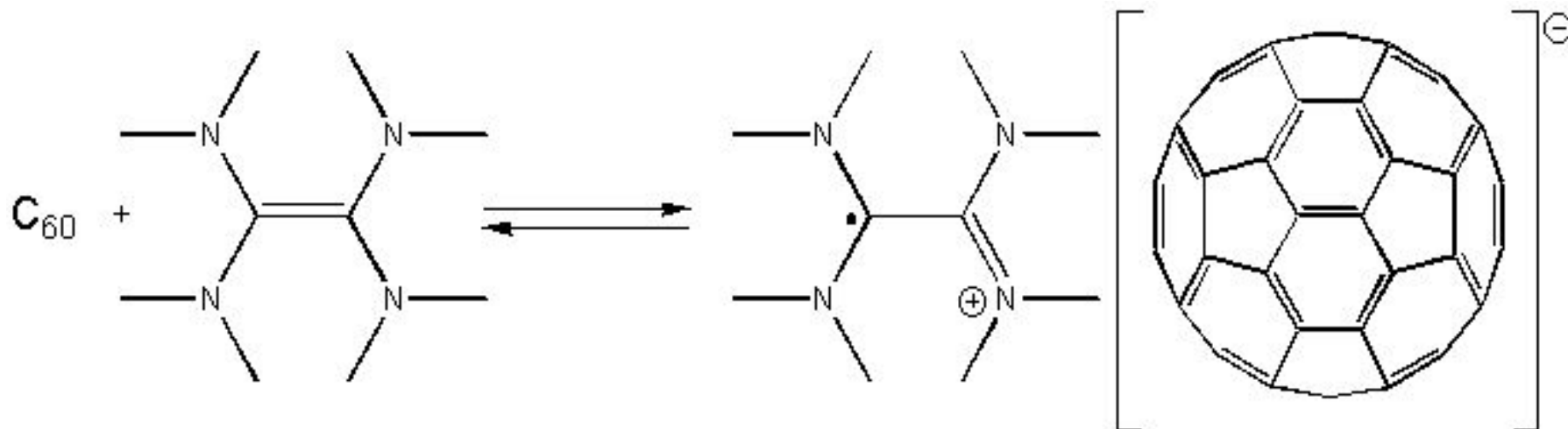
метилфуллер
ен

3. Полимеризация

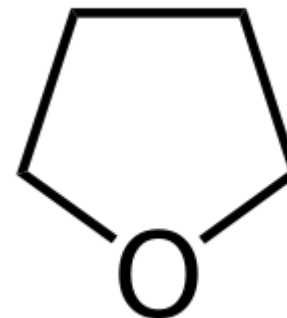


4. Комплексообразование

4.1. Образование комплексов

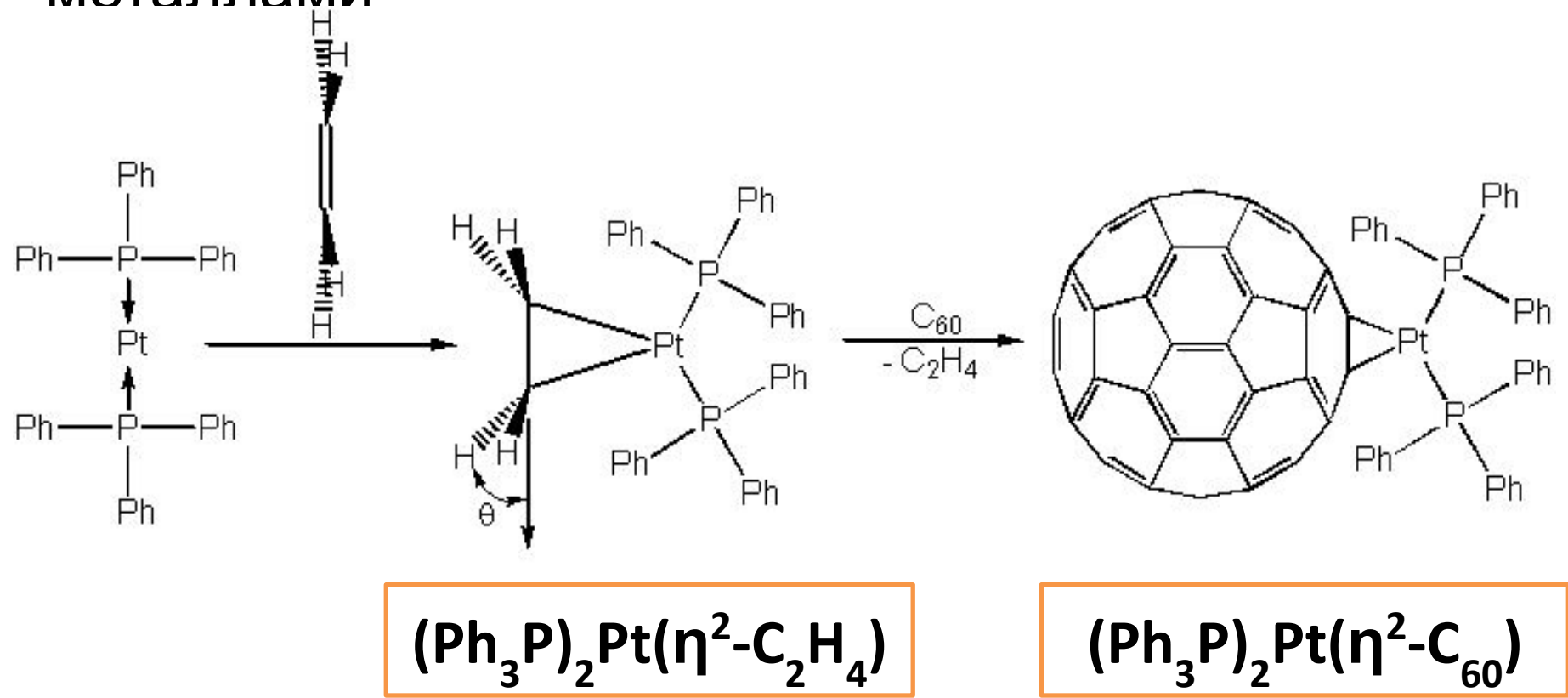


бензонитрил



тетрагидрофур
ан

4.2. Образование комплексов с переходными металлами



Химические свойства

II. Окислительно-восстановительные реакции

1. Восстановление

1.1. Электрохимическое восстановление

1.2. Химическое восстановление

1.3. Образование солей щелочных металлов

1.4. Гидрирование

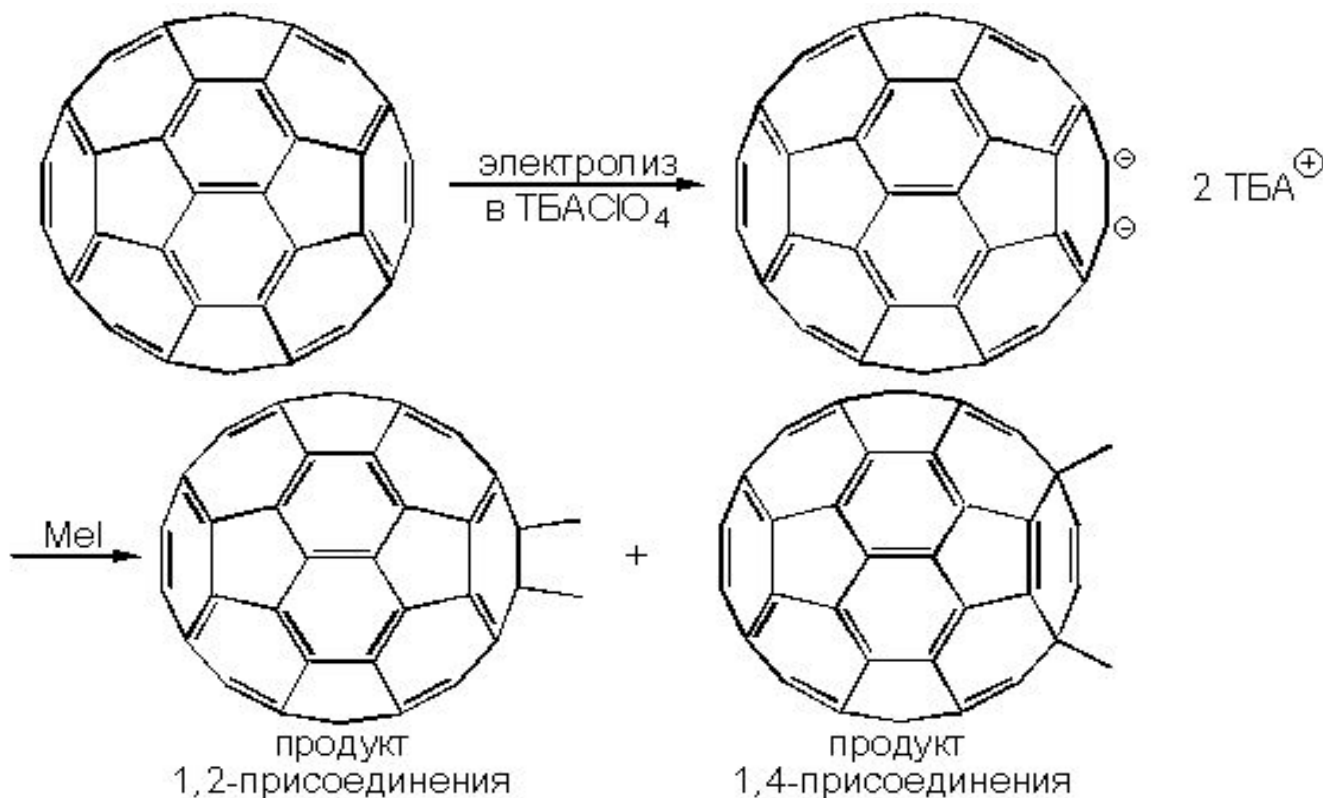
1.4.1. Прямое восстановление фуллерена водородом на активированном угле с рутением

1.4.2. Методы гидроборирования и гидроциркониования

II. Окислительно-восстановительные реакции

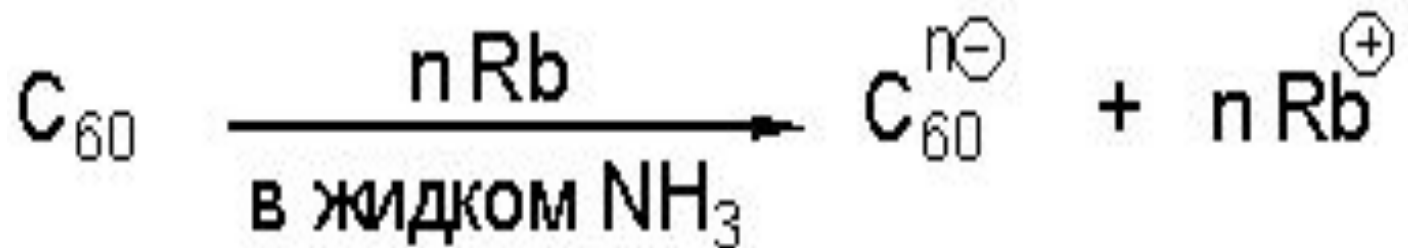
1. Восстановление

1.1. Электрохимическое восстановление



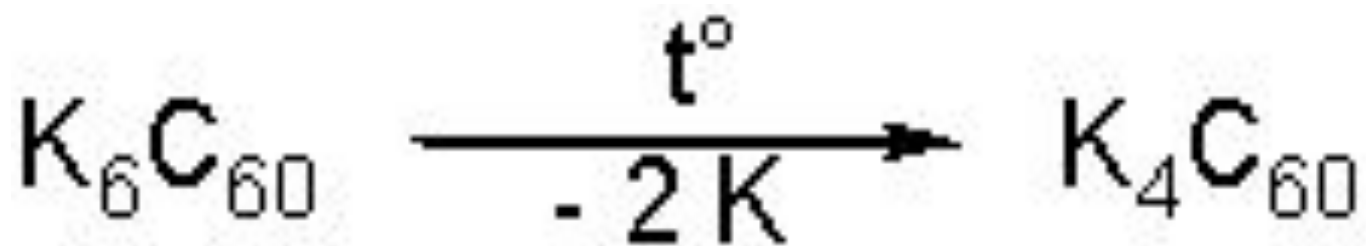
диметилдигидрофуллерен

1.2. Химическое восстановление



где $n = 1-5$

1.3. Образование солей щелочных металлов (K_3C_{60} , K_6C_{60} , K_4C_{60})

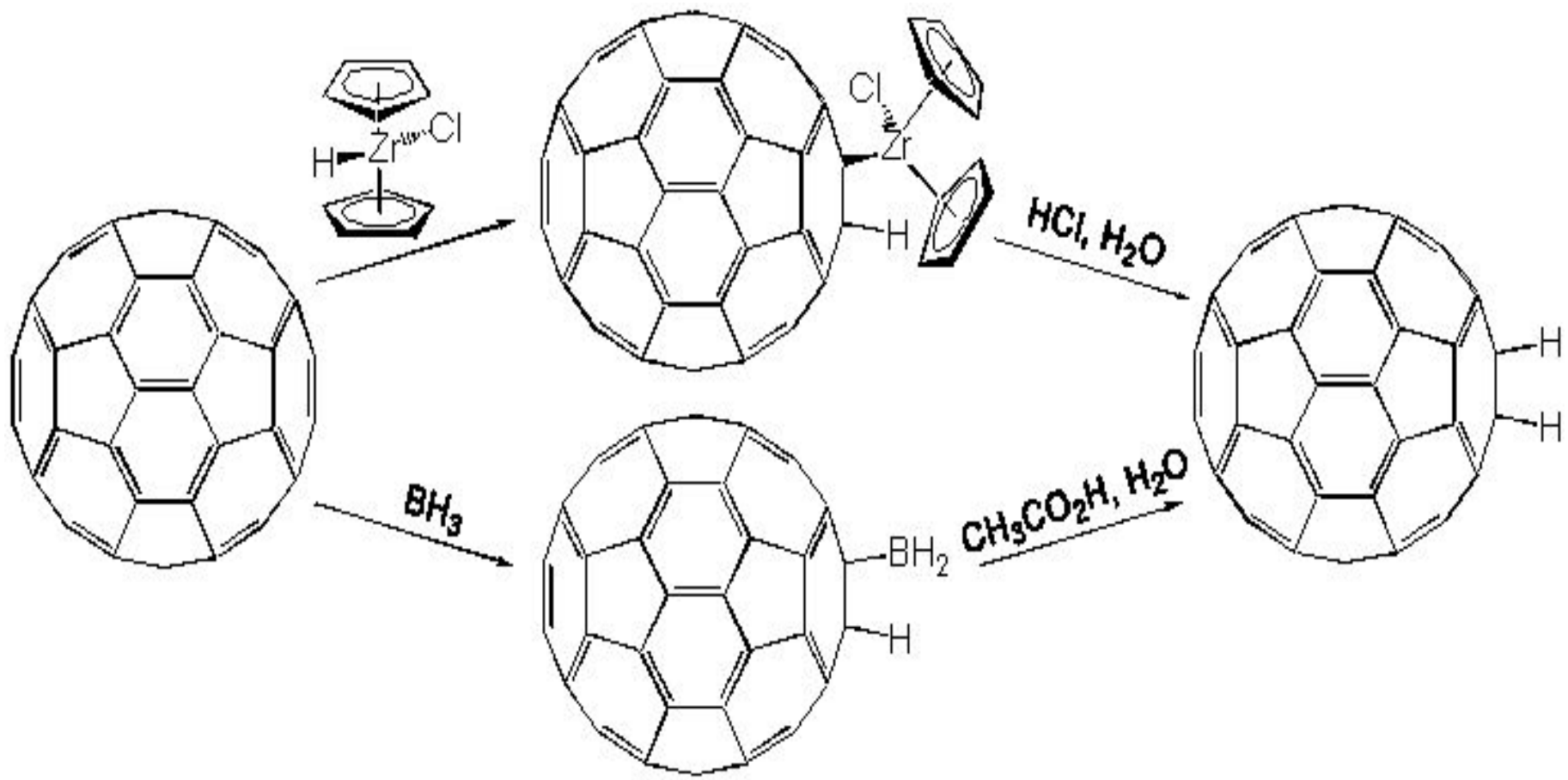


1.4. Гидрирование

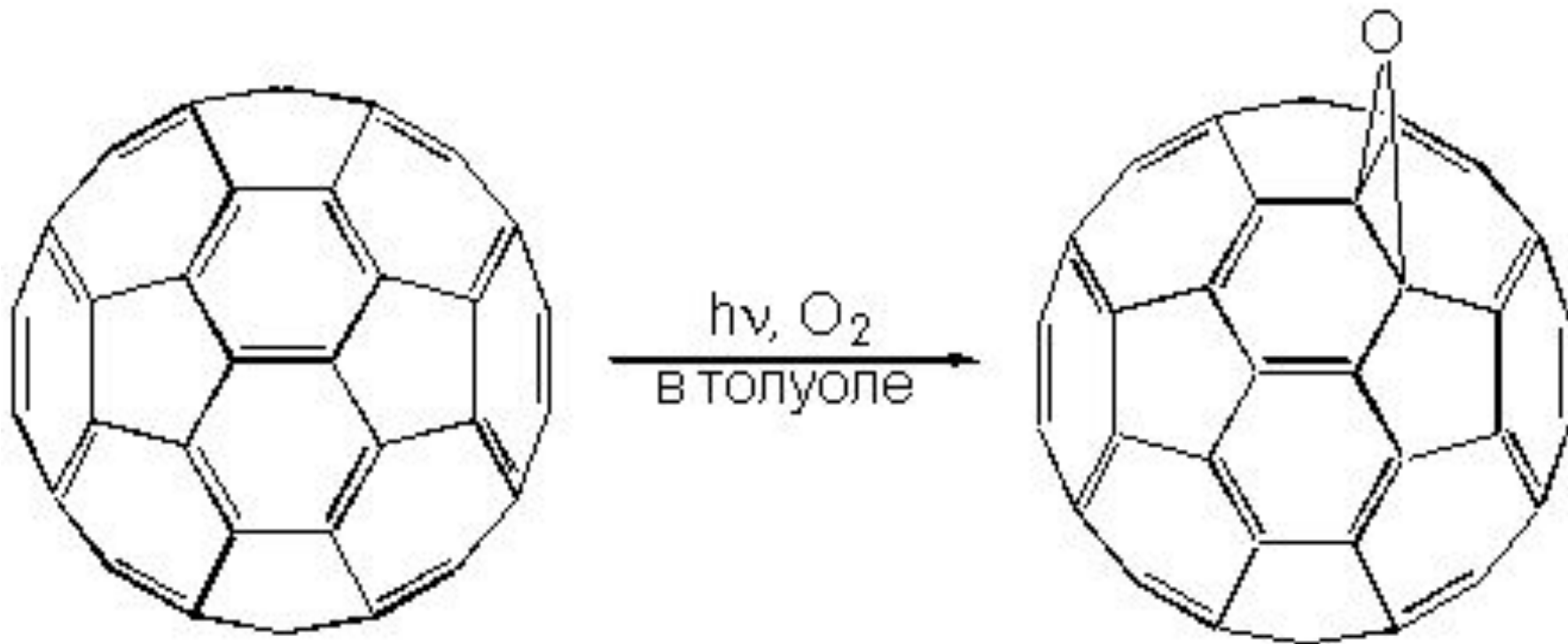
1.4.1. Прямое восстановление фуллерена водородом на активированном угле с рутением



1.4.2. Методы гидроборирования и гидроциркониования



2. Окисление



**Для создания
фотоприемников и
оптоэлектронных
устройств, катализаторов
роста, алмазных и
алмазоподобных пленок,
сверхпроводящих пленок**

**Применени
е**

**Для синтеза
металлов и
сплавов с
НОВЫМИ
СВОЙСТВАМИ**

**Для создания
противораковых
медицинских
препаратов на основе
водорастворимых
эндоэдральных
соединений
фуллеренов с
радиоактивными**

**В качестве
красителей для
копировальных
машин**

**В качестве основы
для производства
аккумуляторных
батарей**

**Применени
е**

```
graph TD; A([Применение]) --> B[В качестве красителей для копировальных машин]; A --> C[В качестве основы для производства аккумуляторных батарей]; A --> D[В качестве присадок для ракетных топлив, смазочного материала]; A --> E[В качестве основы оптических затворов – ограничителей интенсивности лазерного]; A --> F[В качестве основы для создания запоминающей среды со сверхвысокой плотностью информации];
```

**В качестве
присадок
для
ракетных
топлив,
смазочного
материала**

**В качестве
основы
оптических
затворов –
ограничителей
интенсивности
лазерного**

**В качестве
основы для
создания
запоминающей
среды со
сверхвысокой
плотностью
информации**