

# ХИМИЯ

## 11 класс

# Химические структуры

Мария Дмитриевна  
Смирнова

[Smirnova@sch2101.ru](mailto:Smirnova@sch2101.ru)

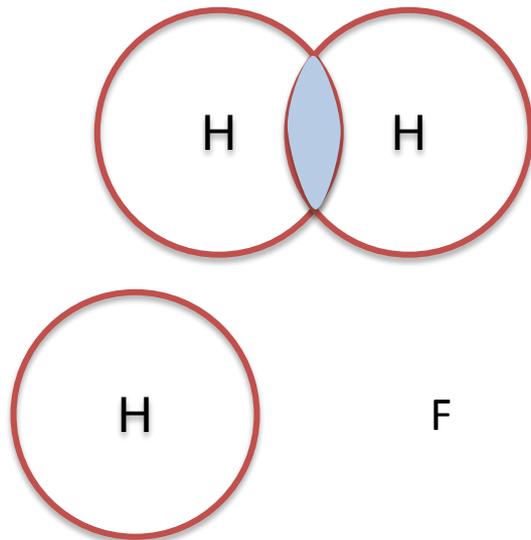
[Vkontakte.com/masha2101](https://vk.com/masha2101)

# Химические связи



Химическая связь – совокупность сил, которые удерживают атом в молекуле или кристалле.

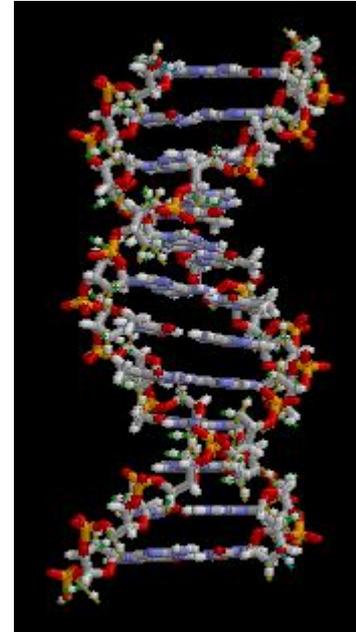
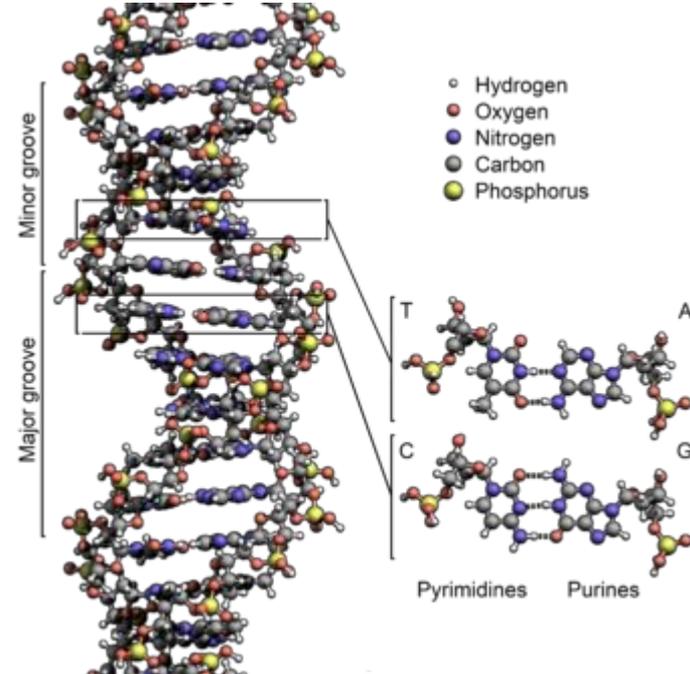
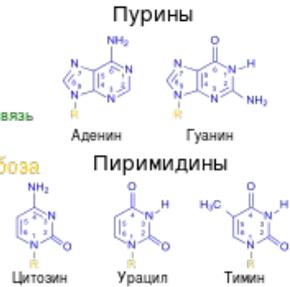
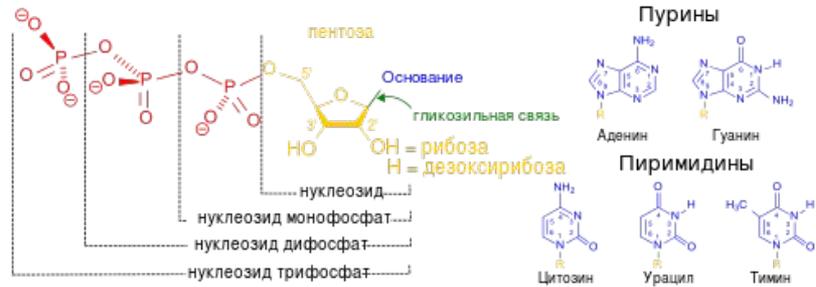
Химическая связь – это соединение атомов, за счет обмена электронными плотностями.



# Структура вещества



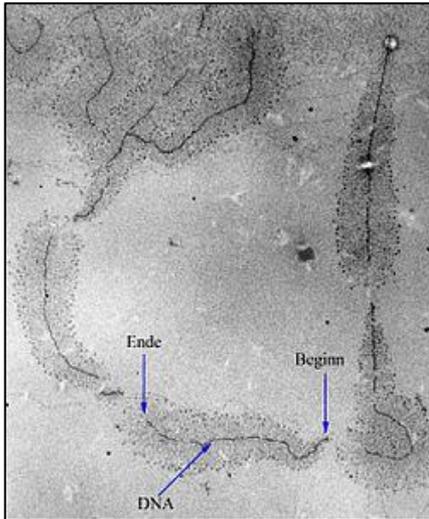
Химические связи позволяют соединению образовать структуры в пространстве. Наиболее известная вам – ДНК (Дезоксирибонуклеиновая кислота).



# Структура вещества



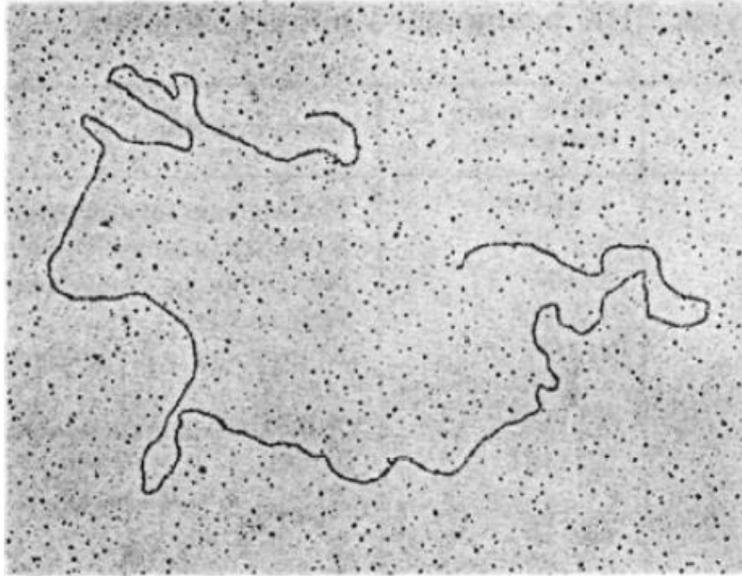
- ДНК было выделено, как отдельное вещество, в 1869 году Иоганном Мишером.
- Эксперимент Эвери, Маклеода и Маккарти в 1944 году доказал, что ДНК играет большую роль в наследственности.
- Правила Чаргаффа, сформулированные в 1949 – 1951 годах, описывали количественные соотношения в ДНК.
- Двойная спираль была предложена в 1953 году, за это открытие в 1962 дали Нобелевскую премию.



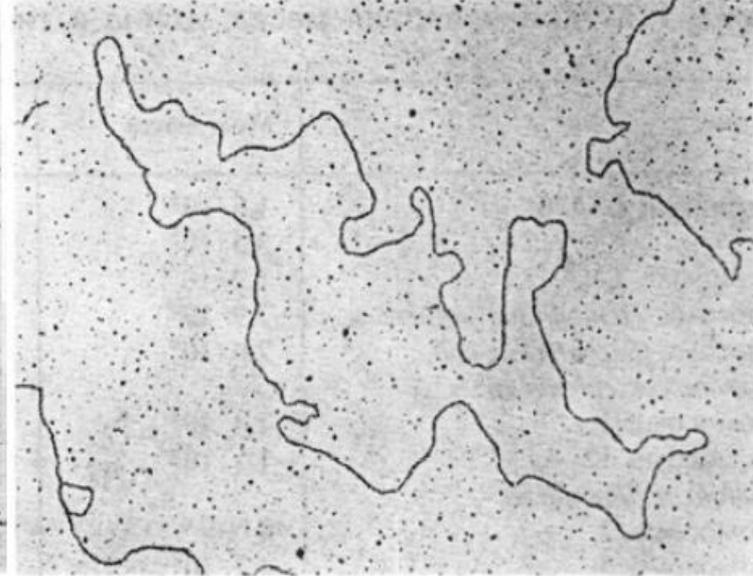
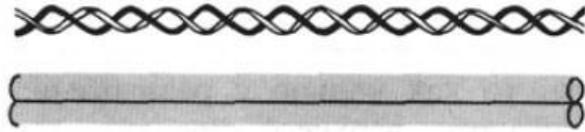
ДНК под электронным микроскопом.

Даже в таких изображениях структура не видна – длина структуры 340 нм.

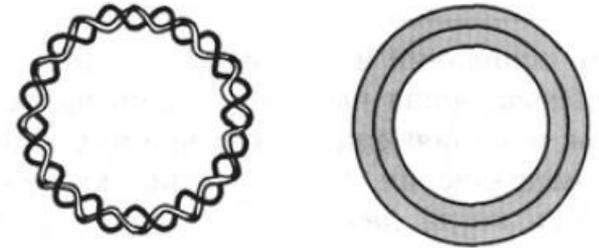
# Структура вещества



А



Б



Схематическое представление и электронные микрофотографии линейной (А) и кольцевой (Б) двухцепочечной ДНК фага  $\lambda$

# Структура вещества



Рентгеноструктурный анализ (x-ray crystallography) – дифракционный метод исследования структуры вещества.

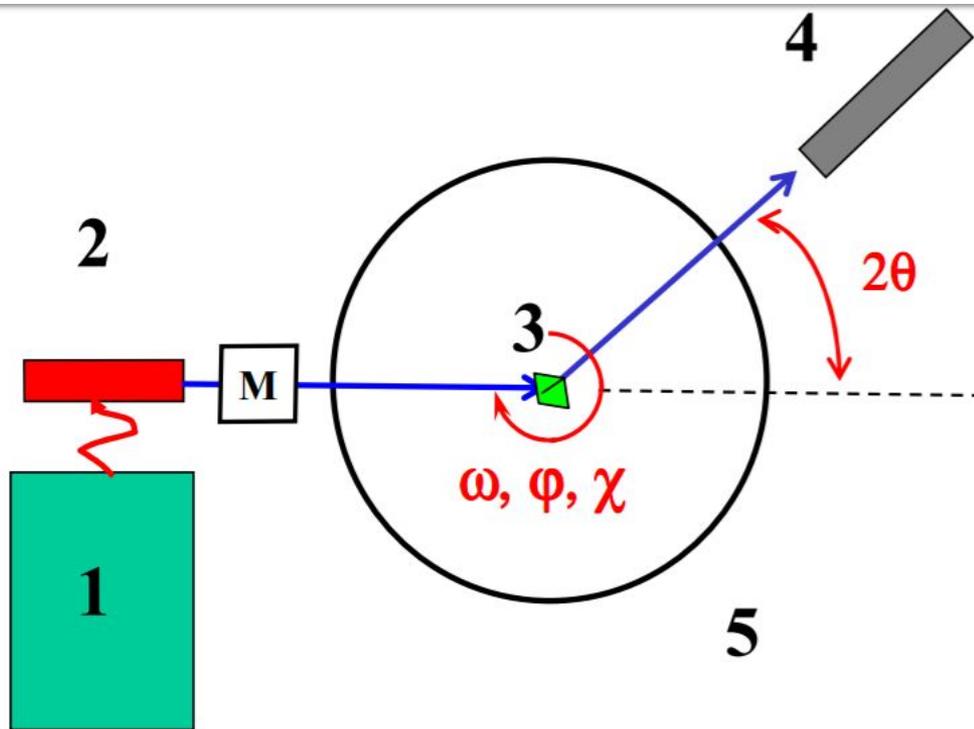


Схема рентгеновского  
монокристалльного  
дифрактометра:

- 1 – высоковольтный генератор
- 2 – рентгеновская трубка
- 3 – монокристалл
- 4 – детектор
- 5 – гониометр
- М – монохроматор на первичном пучке

# Структура вещества



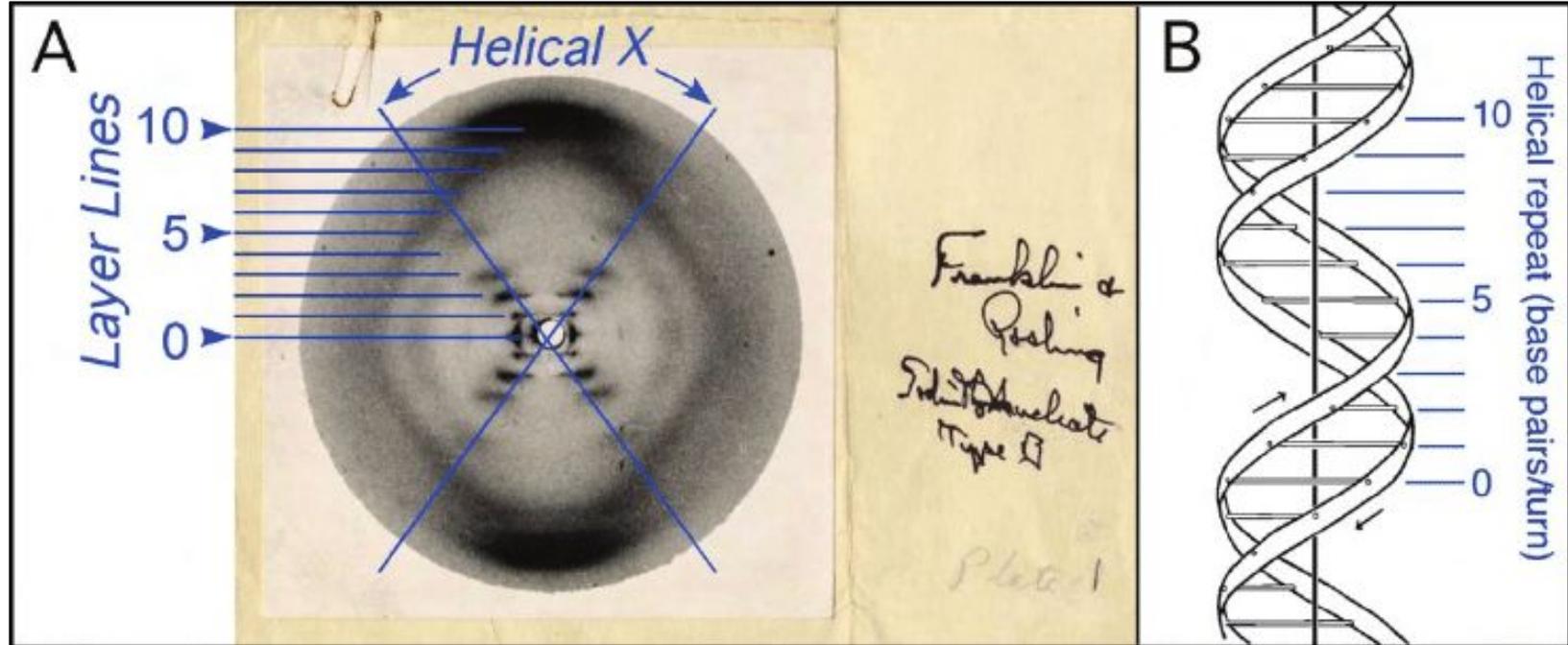
Рентгеноструктурный анализ (x-ray crystallography) – дифракционный метод исследования структуры вещества.



# Структура ДНК



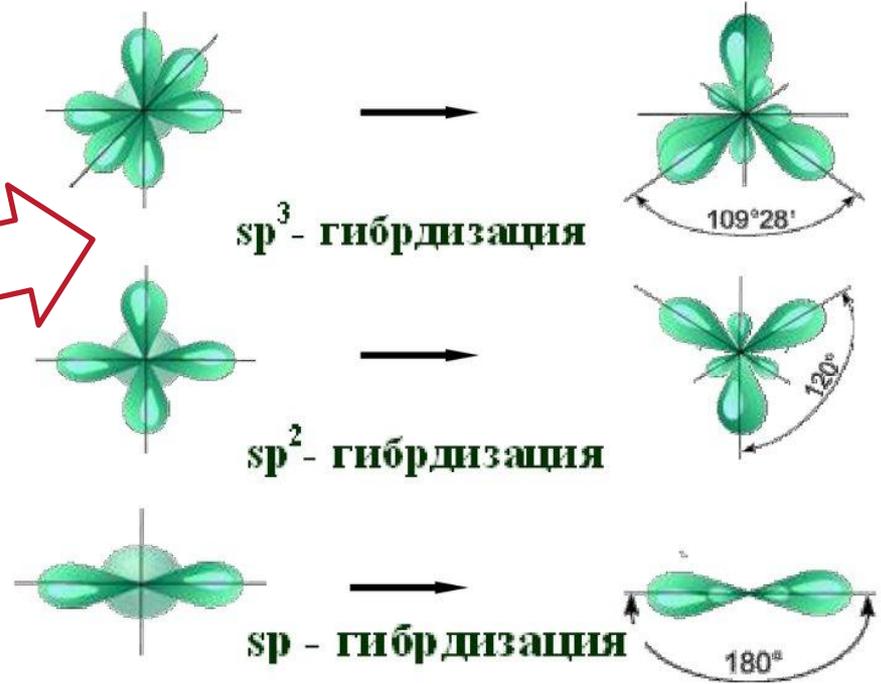
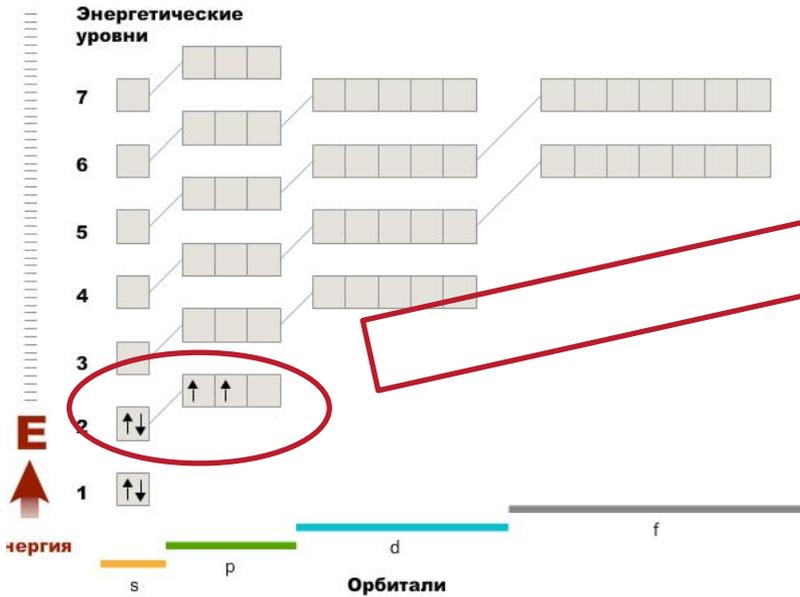
Рентгеноструктурный анализ (x-ray crystallography) – дифракционный метод исследования структуры вещества.



# Гибридизация



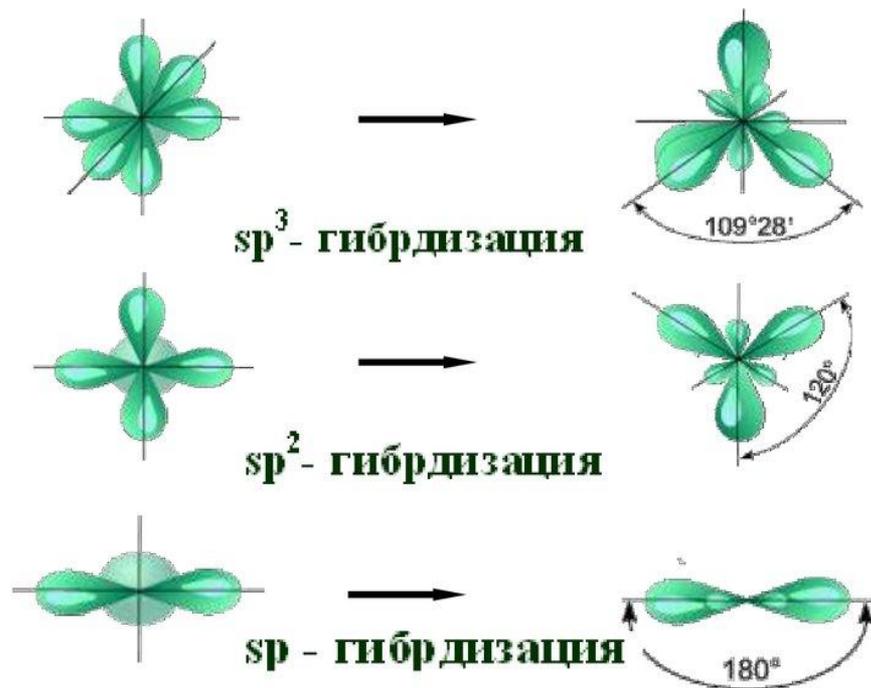
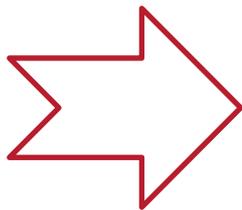
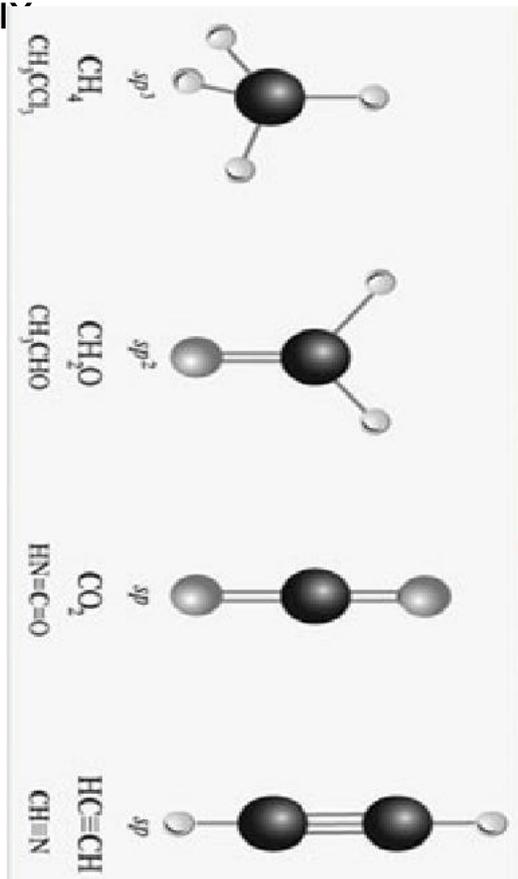
Гибридизация – гипотетический процесс «смешения» орбиталей и образование **НОВЫХ** Углерод



# Гибридизация



Гибридизация – гипотетический процесс «смешения» орбиталей и образование новых



# Структура бензола

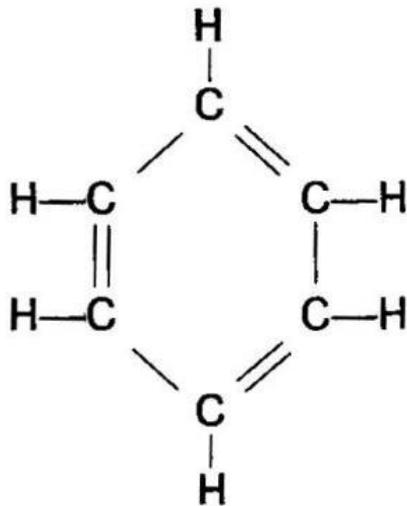


Было много интересных молекул...

К середине XIX века химики знали, что в молекуле бензола 6 атомов углерода и 6 атомов водорода.

Также они знали, что углерод 4х валентен, а водород одновалентен и никак не могли соединить всё в одной молекуле.

В 1865 году Кекуле предположил

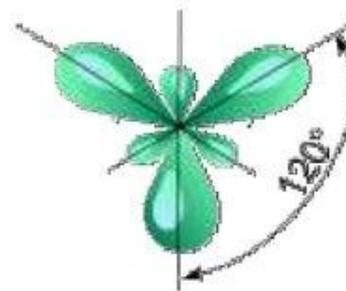
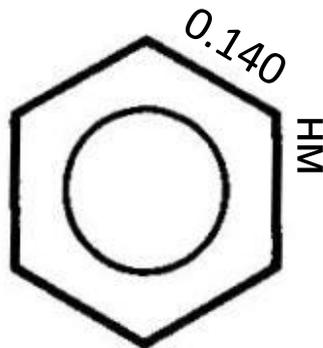
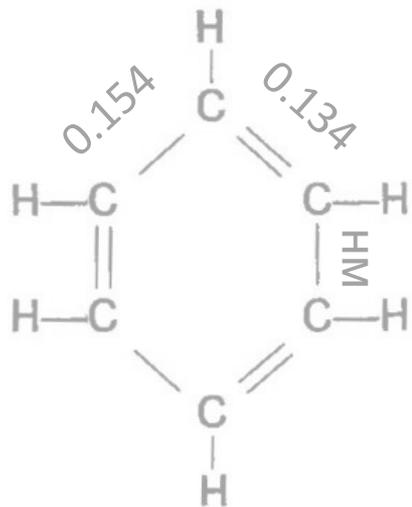


# Структура бензола



В 1865 году Кекуле предположил, что бензол образует кольцо с двойными и одинарными связями между С.

Но в реальности, структура выглядит:



# Неорганический бензол



Бывает ли что-то похожее?

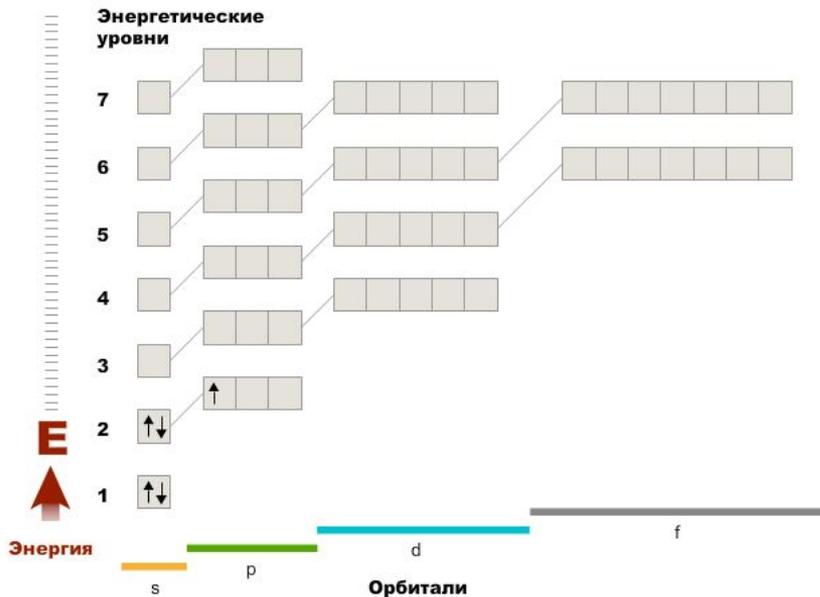
|              |    | I ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ<br>Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА |  |  |   |   |   | VII (H)                                      | VIII   |  |  |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
|--------------|----|--|--|--|---|---|---|--|--|--|--|--|-------------------------------------|--|----|---------------------------------------|--|--|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|---|--|---|
| 1            | 1  | <b>H</b> <sup>1</sup><br>1,01<br>ВОДОРОД             |  |  |   |   |   |  | 4,00   | <b>He</b> <sup>2</sup><br>ГЕЛИЙ        |  |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 2            | 2  | <b>Li</b> <sup>3</sup><br>6,94<br>ЛИТИЙ              | <b>Be</b> <sup>4</sup><br>9,01<br>БЕРИЛЛИЙ   | <b>B</b> <sup>5</sup><br>10,81<br>БОР        | <b>C</b> <sup>6</sup><br>12,01<br>УГЛЕРОД       | <b>N</b> <sup>7</sup><br>14,01<br>АЗОТ          | <b>O</b> <sup>8</sup><br>6,00<br>КИСЛОРОД     | 19,00  | <b>F</b> <sup>9</sup><br>ФТОР                | 20,18                                  | <b>Ne</b> <sup>10</sup><br>НЕОН                |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 3            | 3  | <b>Na</b> <sup>11</sup><br>22,99<br>НАТРИЙ           | <b>Mg</b> <sup>12</sup><br>24,31<br>МАГНИЙ   | <b>Al</b> <sup>13</sup><br>26,98<br>АЛЮМИНИЙ | <b>Si</b> <sup>14</sup><br>28,09<br>КРЕМНИЙ     | <b>P</b> <sup>15</sup><br>30,97<br>ФОСФОР       | <b>S</b> <sup>16</sup><br>32,06<br>СЕРА       | 35,45  | <b>Cl</b> <sup>17</sup><br>ХЛОР              | 39,95                                  | <b>Ar</b> <sup>18</sup><br>АРГОН               |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 4            | 4  | <b>K</b> <sup>19</sup><br>39,10<br>КАЛИЙ             | <b>Ca</b> <sup>20</sup><br>40,08<br>КАЛЬЦИЙ  | <b>Sc</b> <sup>21</sup><br>44,96<br>СКАНДИЙ  | <b>Ti</b> <sup>22</sup><br>47,90<br>ТИТАН       | <b>V</b> <sup>23</sup><br>50,94<br>ВАНАДИЙ      | <b>Cr</b> <sup>24</sup><br>52,00<br>ХРОМ      | <b>Mn</b> <sup>25</sup><br>54,94<br>МАРГАНЕЦ | <b>Fe</b> <sup>26</sup><br>55,85<br>ЖЕЛЕЗО   | 58,93                                  | <b>Co</b> <sup>27</sup><br>КОБАЛЬТ             | 58,70                                  | <b>Ni</b> <sup>28</sup><br>НИКЕЛЬ   |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 4            | 5  | <b>Cu</b> <sup>29</sup><br>63,55<br>МЕДЬ             | <b>Zn</b> <sup>30</sup><br>65,38<br>ЦИНК     | <b>Ga</b> <sup>31</sup><br>69,72<br>ГАЛЛИЙ   | <b>Ge</b> <sup>32</sup><br>72,59<br>ГЕРМАНИЙ    | <b>As</b> <sup>33</sup><br>74,92<br>МЫШЬЯК      | <b>Se</b> <sup>34</sup><br>78,96<br>СЕЛЕН     | 79,90  | <b>Br</b> <sup>35</sup><br>БРОМ              | 83,80                                  | <b>Kr</b> <sup>36</sup><br>КРИПТОН             |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 5            | 6  | <b>Rb</b> <sup>37</sup><br>85,47<br>РУБИДИЙ          | <b>Sr</b> <sup>38</sup><br>87,62<br>СТРОНЦИЙ | <b>Y</b> <sup>39</sup><br>88,91<br>ИТТРИЙ    | <b>Zr</b> <sup>40</sup><br>91,22<br>ЦИРКОНИЙ    | <b>Nb</b> <sup>41</sup><br>92,91<br>НИОБИЙ      | <b>Mo</b> <sup>42</sup><br>95,94<br>МОЛИБДЕН  | <b>Tc</b> <sup>43</sup><br>98,91<br>ТЕХНЕЦИЙ | <b>Ru</b> <sup>44</sup><br>101,07<br>РУТЕНИЙ | 102,91                                 | <b>Rh</b> <sup>45</sup><br>РОДИЙ               | 106,42                                 | <b>Pd</b> <sup>46</sup><br>ПАЛЛАДИЙ |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 5            | 7  | <b>Ag</b> <sup>47</sup><br>107,87<br>СЕРЕБРО         | <b>Cd</b> <sup>48</sup><br>112,41<br>КАДМИЙ  | <b>In</b> <sup>49</sup><br>114,82<br>ИНДИЙ   | <b>Sn</b> <sup>50</sup><br>118,69<br>ОЛОВО      | <b>Sb</b> <sup>51</sup><br>121,75<br>СУРЬМА     | <b>Te</b> <sup>52</sup><br>127,60<br>ТЕЛЛУР   | 126,90                                       | <b>I</b> <sup>53</sup><br>ИОД                | 131,30                                 | <b>Xe</b> <sup>54</sup><br>КСЕНОН              |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 6            | 8  | <b>Cs</b> <sup>55</sup><br>132,91<br>ЦЕЗИЙ           | <b>Ba</b> <sup>56</sup><br>137,33<br>БАРИЙ   | <b>La</b> <sup>57</sup><br>138,91<br>ЛАНТАН  | <b>Hf</b> <sup>72</sup><br>178,49<br>ГАФНИЙ     | <b>Ta</b> <sup>73</sup><br>180,95<br>ТАНТАЛ     | <b>W</b> <sup>74</sup><br>183,85<br>ВОЛЬФРАМ  | <b>Re</b> <sup>75</sup><br>186,21<br>РЕНИЙ   | <b>Os</b> <sup>76</sup><br>190,20<br>ОСМИЙ   | 192,22                                 | <b>Ir</b> <sup>77</sup><br>ИРИДИЙ              | 195,09                                 | <b>Pt</b> <sup>78</sup><br>ПЛАТИНА  |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 6            | 9  | <b>Au</b> <sup>79</sup><br>196,97<br>ЗОЛОТО          | <b>Hg</b> <sup>80</sup><br>200,59<br>РТУТЬ   | <b>Tl</b> <sup>81</sup><br>204,37<br>ТАЛЛИЙ  | <b>Pb</b> <sup>82</sup><br>207,20<br>СВИНЕЦ     | <b>Bi</b> <sup>83</sup><br>208,98<br>ВИСМУТ     | <b>Po</b> <sup>84</sup><br>[209]<br>ПОЛОНИЙ   | <b>At</b> <sup>85</sup><br>[210]<br>АСТАТ    | <b>Rn</b> <sup>86</sup><br>[222]<br>РАДОН    |  |  |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| 7            | 10 | <b>Fr</b> <sup>87</sup><br>[223]<br>ФРАНЦИЙ          | <b>Ra</b> <sup>88</sup><br>226,03<br>РАДИЙ   | <b>Ac</b> <sup>89</sup><br>[227]<br>АКТИНИЙ  | <b>Ku</b> <sup>104</sup><br>[261]<br>КУРЧАТОВИЙ | <b>Ns</b> <sup>105</sup><br>[261]<br>НИЛЬСБОРИЙ | <b>Sg</b> <sup>106</sup><br>[263]<br>СИБОРГИЙ | <b>Bh</b> <sup>107</sup><br>[262]<br>БОРИЙ   | <b>Hs</b> <sup>108</sup><br>[265]<br>ХАССИЙ  |  | <b>Hs</b> <sup>109</sup><br>[266]<br>МЕЙТНЕРИЙ |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
| * ЛАНТАНОИДЫ |    |  |  |  |   |   |   |  |  |  |  |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
|              | 58 | <b>Ce</b> <sup>140,12</sup><br>ЦЕРИЙ                 | 59   | <b>Pr</b> <sup>140,91</sup><br>ПРАЗЕОДИМ     | 60  | <b>Nd</b> <sup>144,24</sup><br>НЕОДИМ           | 61  | <b>Pm</b> <sup>[145]</sup><br>ПРОМЕТИЙ       | 62   | <b>Sm</b> <sup>150,40</sup><br>САМАРИЙ | 63   | <b>Eu</b> <sup>151,96</sup><br>ЕВРОПИЙ | 64                                  | <b>Gd</b> <sup>157,25</sup><br>ГАДОЛИНИЙ | 65 | <b>Tb</b> <sup>158,93</sup><br>ТЕРБИЙ | <b>Dy</b> <sup>162,50</sup><br>ДИСПРОЗИЙ | 67                                       | <b>Ho</b> <sup>164,93</sup><br>ГОЛЬМИЙ | 68                                       | <b>Er</b> <sup>167,26</sup><br>ЭРБИЙ | 69                                   | <b>Tm</b> <sup>168,93</sup><br>ТУЛИЙ | 70                                       | <b>Yb</b> <sup>173,04</sup><br>ИТТЕРБИЙ | 71                                      | <b>Lu</b> <sup>174,97</sup><br>ЛЮТЕЦИЙ |   |
| ** АКТИНОИДЫ |    |  |  |  |   |   |   |  |  |  |  |  |                                     |  |    |                                       |  |  |  |  |                                      |                                      |                                      |  |   |   |  |   |
|              | 90 | <b>Th</b> <sup>232,04</sup><br>ТОРИЙ                 | 91   | <b>Pa</b> <sup>231,04</sup><br>ПРОТАКТИНИЙ   | 92  | <b>U</b> <sup>238,03</sup><br>УРАН              | 93  | <b>Np</b> <sup>237,05</sup><br>НЕПТУНИЙ      | 94   | <b>Pu</b> <sup>[244]</sup><br>ПЛУТОНИЙ | 95   | <b>Am</b> <sup>[243]</sup><br>АМЕРИЦИЙ | 96                                  | <b>Cm</b> <sup>[247]</sup><br>КЮРИЙ      | 97 | <b>Bk</b> <sup>[247]</sup><br>БЕРКЛИЙ | 98                                       | <b>Cf</b> <sup>[251]</sup><br>КАЛИФОРНИЙ | 99                                     | <b>Es</b> <sup>[254]</sup><br>ЭЙНШТЕЙНИЙ | 100                                  | <b>Fm</b> <sup>[257]</sup><br>ФЕРМИЙ | 101                                  | <b>Md</b> <sup>[258]</sup><br>МЕНДЕЛЕВИЙ | 102                                     | <b>(No)</b> <sup>[255]</sup><br>НОБЕЛИЙ | 103                                    | <b>(Lr)</b> <sup>[256]</sup><br>ЛОУРЕНСИЙ |

# Неорганический бензол

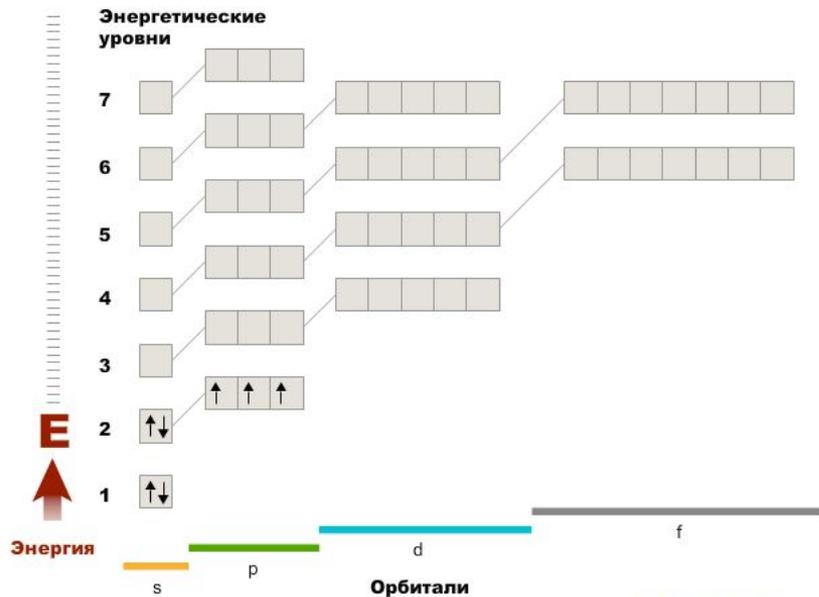


Бывает ли что-то похожее?

## Бор



## Азот



# Неорганический бензол



Боразол –  $B_3N_3H_6$

Боразол похож по физическим свойствам на бензол.

Химические свойства боразола и бензола отличаются.

