

# Углерод

Лекция курса

**«Общая и неорганическая химия»**

для 11-х классов СУНЦ

# Периодическая таблица

|    | I                                  | II                                  | III                                 | IV                                    | V                                  | VI                                    | VII                                 | VIII                               | VIII                                  |                                         |                                         |
|----|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1  | <div>Н1</div> <div>Водород</div>   |                                     |                                     |                                       |                                    |                                       |                                     |                                    | <div>He2</div> <div>Гелий</div>       |                                         |                                         |
| 2  | <div>Li3</div> <div>Литий</div>    | <div>Be4</div> <div>Бериллий</div>  | <div>B5</div> <div>Бор</div>        | <div>C6</div> <div>Углерод</div>      | <div>N7</div> <div>Азот</div>      | <div>O8</div> <div>Кислород</div>     | <div>F9</div> <div>Фтор</div>       |                                    | <div>Ne10</div> <div>Неон</div>       |                                         |                                         |
| 3  | <div>Na11</div> <div>Натрий</div>  | <div>Mg12</div> <div>Магний</div>   | <div>Al13</div> <div>Алюмин..</div> | <div>Si14</div> <div>Кремний</div>    | <div>P15</div> <div>Фосфор</div>   | <div>S16</div> <div>Сера</div>        | <div>Cl17</div> <div>Хлор</div>     |                                    | <div>Ar18</div> <div>Аргон</div>      |                                         |                                         |
| 4  | <div>K19</div> <div>Калий</div>    | <div>Ca20</div> <div>Кальций</div>  | <div>Sc21</div> <div>Скандий</div>  | <div>Ti22</div> <div>Титан</div>      | <div>V23</div> <div>Ванадий</div>  | <div>Cr24</div> <div>Хром</div>       | <div>Mn25</div> <div>Марганец</div> | <div>Fe26</div> <div>Железо</div>  | <div>Co27</div> <div>Кобальт</div>    | <div>Ni28</div> <div>Никель</div>       |                                         |
| 5  | <div>Cu29</div> <div>Медь</div>    | <div>Zn30</div> <div>Цинк</div>     | <div>Ga31</div> <div>Галлий</div>   | <div>Ge32</div> <div>Германий</div>   | <div>As33</div> <div>Мышьяк</div>  | <div>Se34</div> <div>Селен</div>      | <div>Br35</div> <div>Бром</div>     |                                    | <div>Kr36</div> <div>Криптон</div>    |                                         |                                         |
| 6  | <div>Rb37</div> <div>Рубидий</div> | <div>Sr38</div> <div>Стронций</div> | <div>Y39</div> <div>Иттрий</div>    | <div>Zr40</div> <div>Цирконий</div>   | <div>Nb41</div> <div>Ниобий</div>  | <div>Mo42</div> <div>Молибден</div>   | <div>Tc43</div> <div>Технеций</div> | <div>Ru44</div> <div>Рутений</div> | <div>Rh45</div> <div>Родий</div>      | <div>Pd46</div> <div>Палладий</div>     |                                         |
| 7  | <div>Ag47</div> <div>Серебро</div> | <div>Cd48</div> <div>Кадмий</div>   | <div>In49</div> <div>Индий</div>    | <div>Sn50</div> <div>Олово</div>      | <div>Sb51</div> <div>Сурьма</div>  | <div>Te52</div> <div>Теллур</div>     | <div>I53</div> <div>Иод</div>       |                                    | <div>Xe54</div> <div>Ксенон</div>     |                                         |                                         |
| 8  | <div>Cs55</div> <div>Цезий</div>   | <div>Ba56</div> <div>Барий</div>    | <div>La57</div> <div>Лантан</div>   | <div>Hf72</div> <div>Гафний</div>     | <div>Ta73</div> <div>Тантал</div>  | <div>W74</div> <div>Вольфрам</div>    | <div>Re75</div> <div>Рений</div>    | <div>Os76</div> <div>Осмий</div>   | <div>Ir77</div> <div>Иридий</div>     | <div>Pt78</div> <div>Платина</div>      |                                         |
| 9  | <div>Au79</div> <div>Золото</div>  | <div>Hg80</div> <div>Ртуть</div>    | <div>Tl81</div> <div>Таллий</div>   | <div>Pb82</div> <div>Свинец</div>     | <div>Bi83</div> <div>Висмут</div>  | <div>Po84</div> <div>Полоний</div>    | <div>At85</div> <div>Астат</div>    |                                    | <div>Rn86</div> <div>Радон</div>      |                                         |                                         |
| 10 | <div>Fr87</div> <div>Франций</div> | <div>Ra88</div> <div>Радий</div>    | <div>Ac89</div> <div>Актиний</div>  | <div>Rf104</div> <div>Резерфо..</div> | <div>Db105</div> <div>Дубний</div> | <div>Sg106</div> <div>Сиборго..</div> | <div>Bh107</div> <div>Борий</div>   | <div>Hs108</div> <div>Хассий</div> | <div>Mt109</div> <div>Мейтнер..</div> | <div>Uun110</div> <div>Ун-ун-ну..</div> | <div>Uuu111</div> <div>Ун-ун-ун..</div> |

|   |                                  |                                      |                                   |                                     |                                     |                                     |                                      |                                    |                                      |                                      |                                    |                                       |                                     |                                       |
|---|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| L | <div>Ce58</div> <div>Церий</div> | <div>Pr59</div> <div>Празеод..</div> | <div>Nd60</div> <div>Неодим</div> | <div>Pm61</div> <div>Прометий</div> | <div>Sm62</div> <div>Самарий</div>  | <div>Eu63</div> <div>Европий</div>  | <div>Gd64</div> <div>Гадолин..</div> | <div>Tb65</div> <div>Тербий</div>  | <div>Dy66</div> <div>Диспроз..</div> | <div>Ho67</div> <div>Гольмий</div>   | <div>Er68</div> <div>Эрбий</div>   | <div>Tm69</div> <div>Тулий</div>      | <div>Yb70</div> <div>Иттербий</div> | <div>Lu71</div> <div>Лютеций</div>    |
| A | <div>Th90</div> <div>Торий</div> | <div>Pa91</div> <div>Протакт..</div> | <div>U92</div> <div>Уран</div>    | <div>Np93</div> <div>Нептуний</div> | <div>Pu94</div> <div>Плутоний</div> | <div>Am95</div> <div>Америций</div> | <div>Cm96</div> <div>Кюрий</div>     | <div>Bk97</div> <div>Берклий</div> | <div>Cf98</div> <div>Калифор..</div> | <div>Es99</div> <div>Энштейн..</div> | <div>Fm100</div> <div>Фермий</div> | <div>Md101</div> <div>Менделе..</div> | <div>No102</div> <div>Нобелий</div> | <div>Lr103</div> <div>Лоуренс..</div> |

# Простые вещества

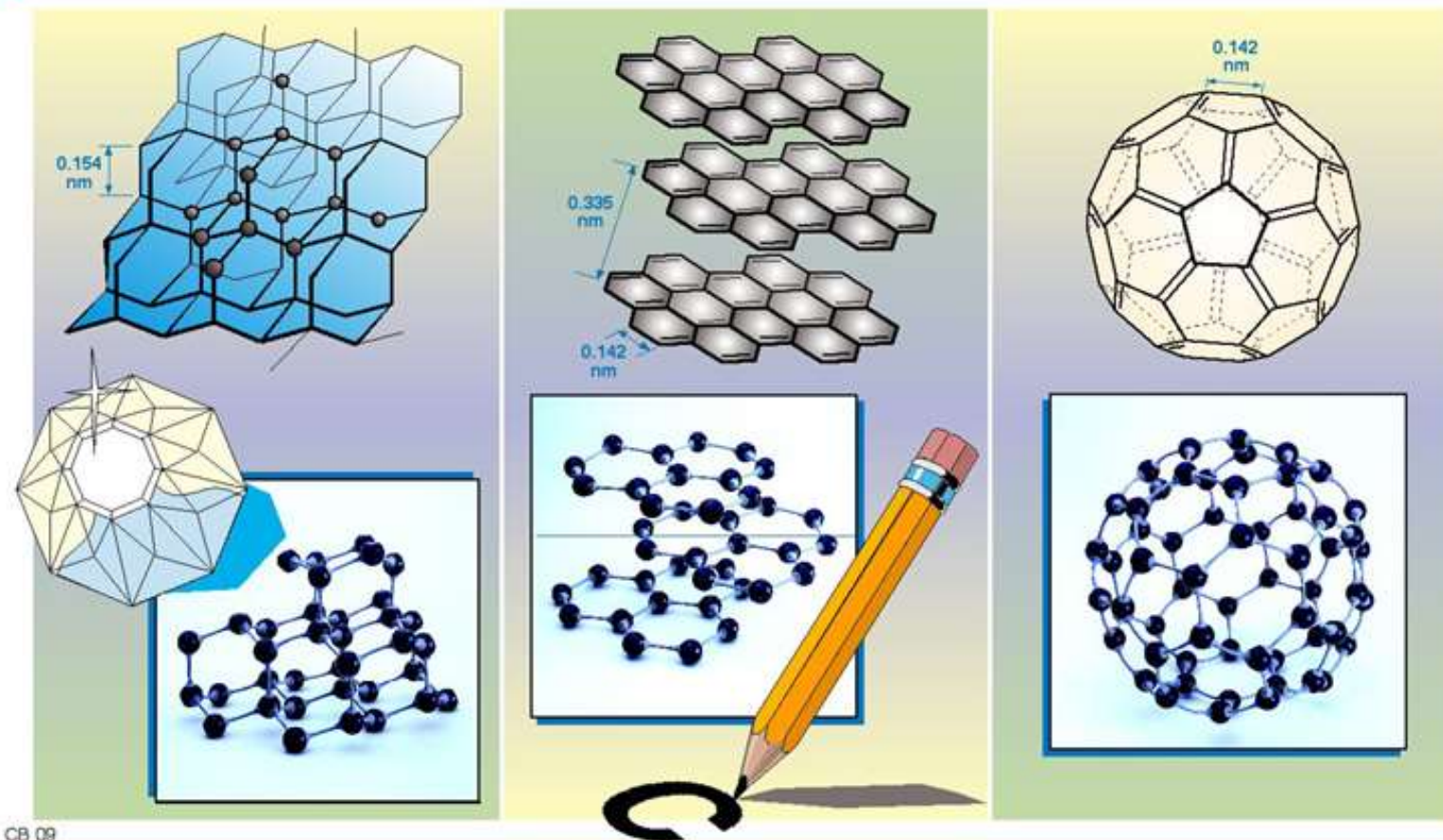
## Свойства простых веществ

|                  | С (графит) | Si   | Ge   | Sn*       | Pb        |
|------------------|------------|------|------|-----------|-----------|
| Темп. плавл., °С | 3500       | 1420 | 936  | 232       | 327       |
| Темп. кипен., °С |            | 3700 | 2850 | 2620      | 1745      |
| Радиус атома, пм | 77         | 117  | 122  | 158 (мет) | 175 (мет) |

\*Данные для белого (металлического) олова; при температурах ниже +13,2°С более устойчиво серое олово (полупроводник).



# Алмаз, графит, фуллерен



CB 09

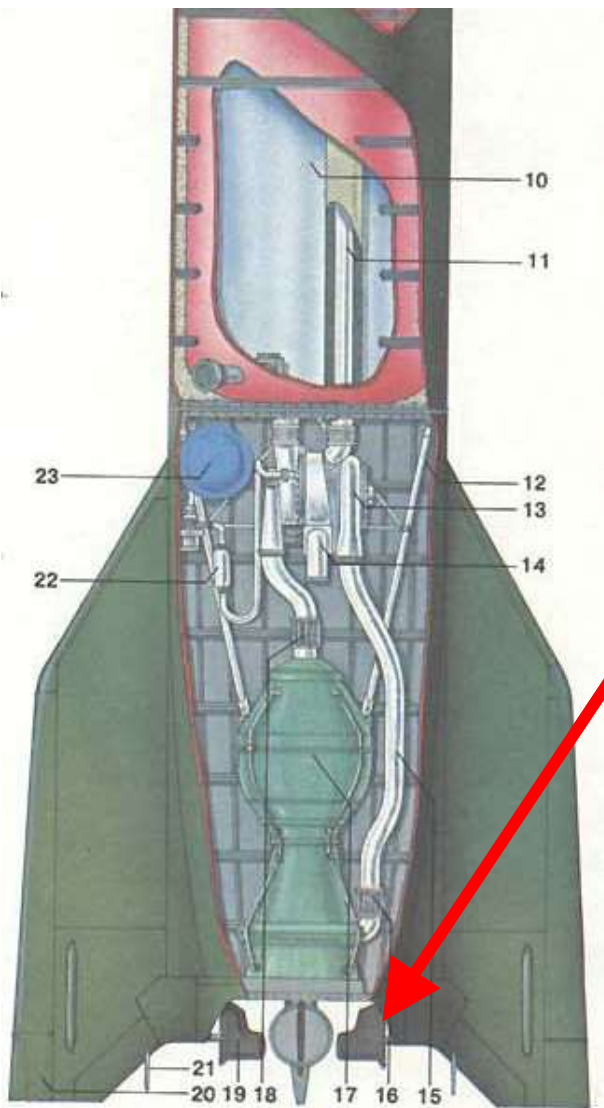
AGFA

алмаз

графит



# Графитовые рули в газовой струе РД (Фау-2)



16 Главный клапан  
горючего.

17 Камера сгорания.  
Тяга 25 000 кгс.

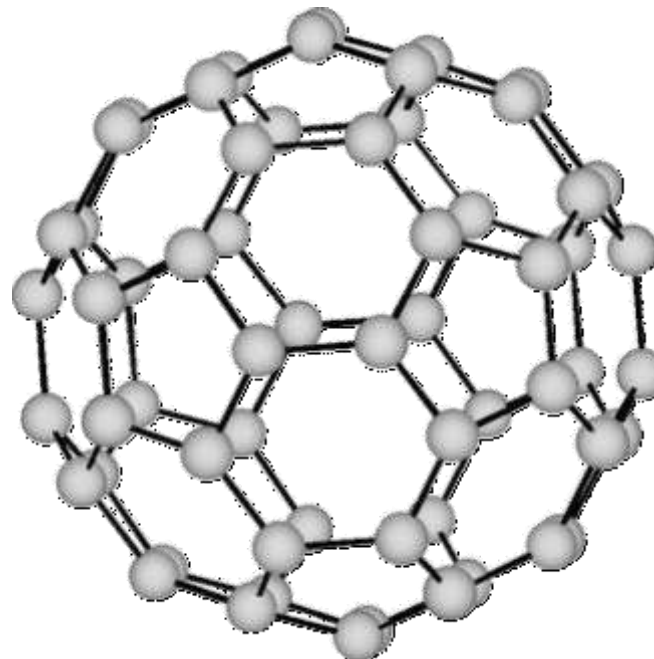
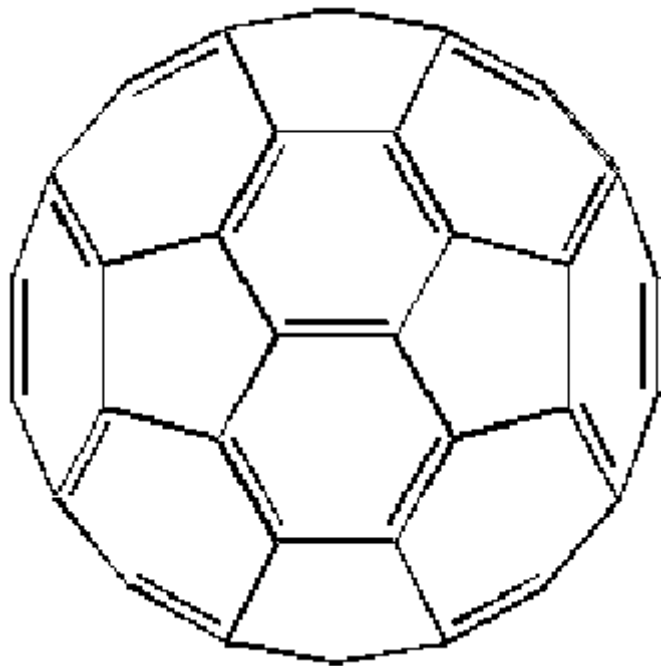
18 Главный клапан жидкого  
кислорода.

19 Графитовый газовый  
руль (4 шт.).

20 Аэродинамический руль  
(4 шт.).

21 Антенна.

# Фуллерен-60 (футболен)



В соответствии с правилами IUPAC фуллерен C<sub>60</sub> получил название: гентриаконтацикло-[29.29.0.02,14. 03,12.04,59.05,10. 06,58.07,55.08,53. 09,21.011,20.013,18. 015,30.016,28.017,25. 019,24.022,52.023,50. 026,49.027,47.029,45. 032,44.033,60.034,57. 035,43.036,56.037,41. 038,54.039,51.040,48. 042,46]-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.

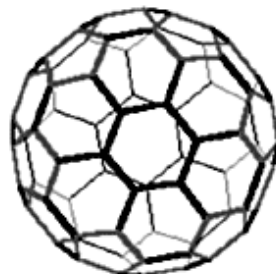
# Разные фуллерены



$C_{60}(\bar{3}5m)$



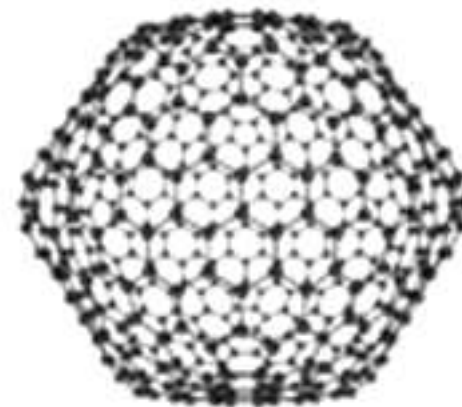
$C_{70}(1\bar{0}m2)$



$C_{72}(1\bar{2}m2)$



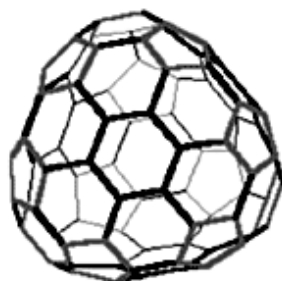
$C_{76}(\bar{4}3m)$



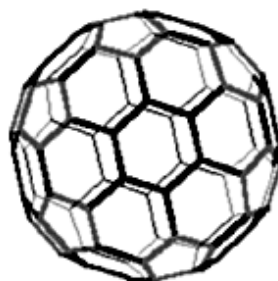
$C_{540}$



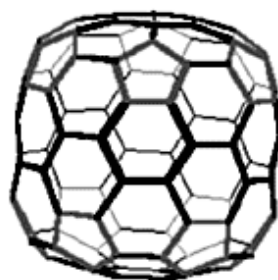
$C_{80}(\bar{3}5m)$



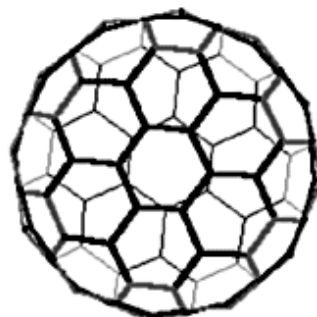
$C_{84}(\bar{4}3m)$



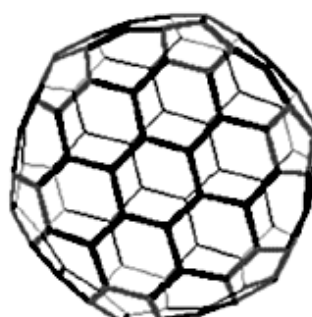
$C_{84}(6/mmm)$



$C_{96}(1\bar{2}m2)a$



$C_{96}(1\bar{2}m2)b$

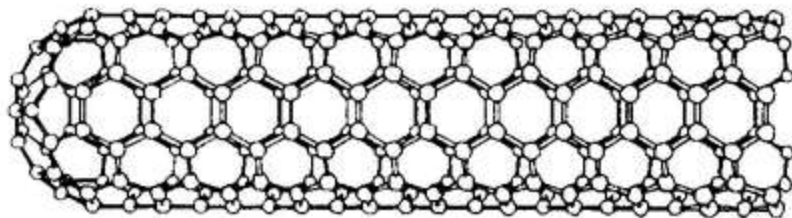


$C_{96}(6/mmm)$

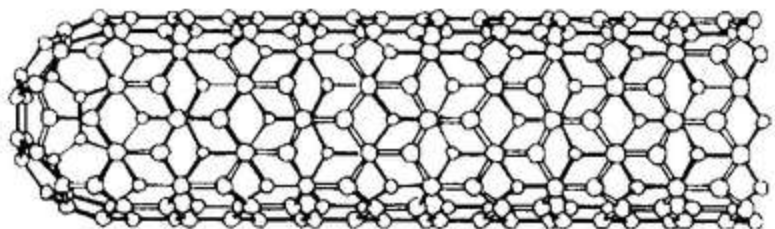
“Activated Carbon”

[vivovoco.rsl.ru](http://vivovoco.rsl.ru)

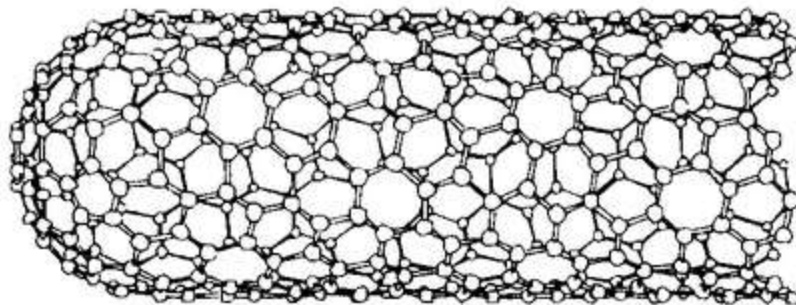
# Нанотрубки



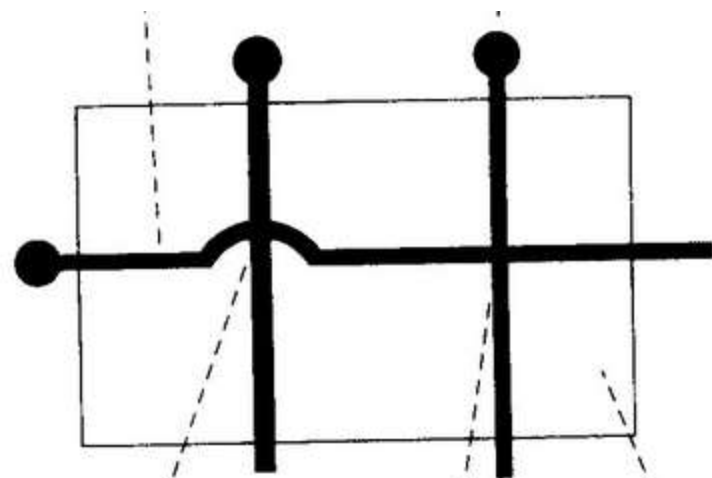
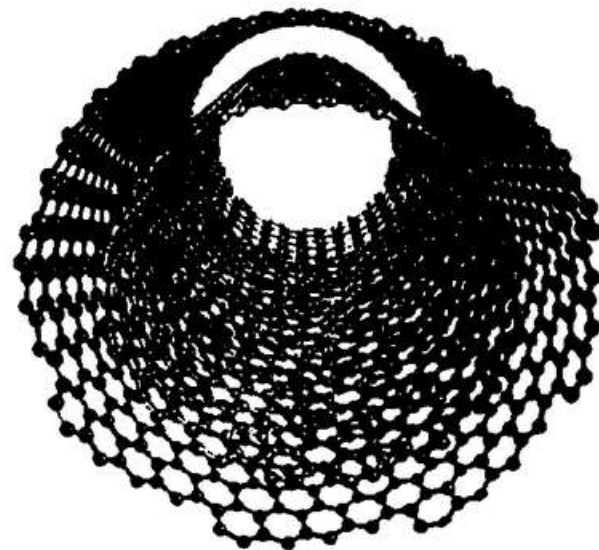
(a)



(б)



(в)



Разомкнутый  
переключатель

Замкнутый  
переключатель

Диэлек-  
трик



**ЛЕКТОР**



**Вячеслав Загорский,**  
Химический факультет  
МГУ, с.н.с.

Загорский Вячеслав  
Викторович Кандидат химических наук  
(1980), старший научный сотрудник  
Химического факультета МГУ (кафедра  
общей химии, кафедра химической...

**СОДЕРЖАНИЕ**

**НАНОТРУБКИ ИЗ КОНОПЛИ**

- ЧАСТЬ 1
- ЧАСТЬ 2
- ЧАСТЬ 3

«ВЫПУСКНИКОВ К ЕГЭ НЕ ГОТОВИЛ»

ЧЕМ ОПАСНЫ НАРКОТИКИ-2

ЧЕМ ОПАСНЫ НАРКОТИКИ-1

НАУКА-МУДРОСТЬ И НАУКА-  
МАНИПУЛЯЦИЯ

АЛХИМИЯ-4. ВЕК XVIII, ВЕК XXII

АЛХИМИЯ-3. ВЕЛИКОЕ ДЕЛЕНИЕ

АЛХИМИЯ-2. ДАО ХИМИИ

АЛХИМИЯ-1. НАУКА ДРЕВНИХ ИЛИ  
МАГИЯ ШАРЛАТАНОВ?

## Нанотрубки из конопли

### Часть 1

— 21.04.06 16:03 —

ФОТО: ASTERA

**Пока не существует технологии получения однотипных нанотрубок, ученым приходится искать их естественные источники.**

За ближайшие 5-10 лет мировые технологии окончательно перейдут с микро (одна миллионная метра) на наноуровень (одна миллиардная метра). Наиболее заметным такой переход станет в бытовых электронных изделиях - телефонах, карманных компьютерах, видео и музыкальных устройствах.

**Уже сейчас в меру навороченный мобильник по вычислительным возможностям своей начинки далеко превосходит самые мощные ЭВМ, выпущенные 25 лет назад.**

В традиционных технологиях производства микросхем используется построение электронных элементов на основе хорошо изученных свойств особо чистых металлов, полупроводников, изоляторов - т.е. крупных кусков вещества, содержащих практически бесконечное число атомов. Впрочем, технологи-электронщики уже около 40 лет назад говорили о «технологии тонких пленок», подчеркивая этим отличия тонких слоев вещества толщиной в сотни и тысячи атомов от массивных изделий, имеющих тот же состав.

# Изготовление нанотрубок

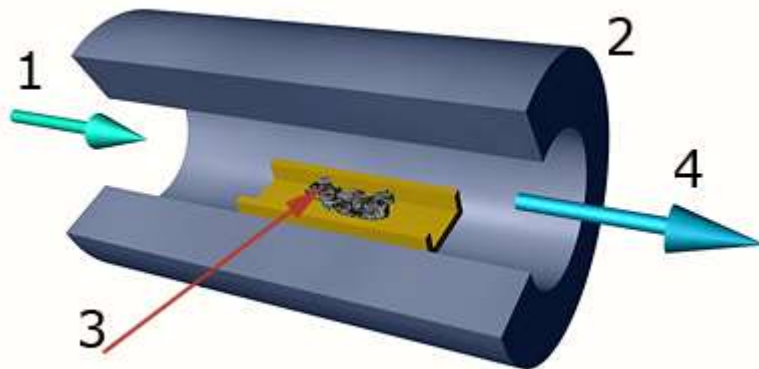


Схема изготовления нанотрубок:

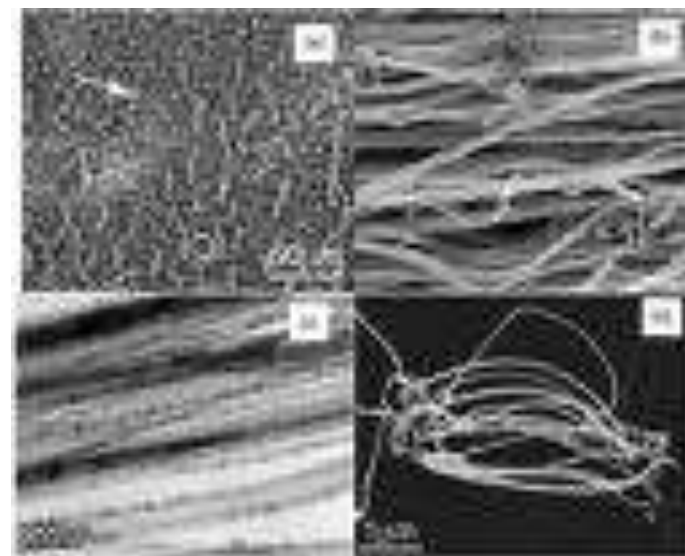
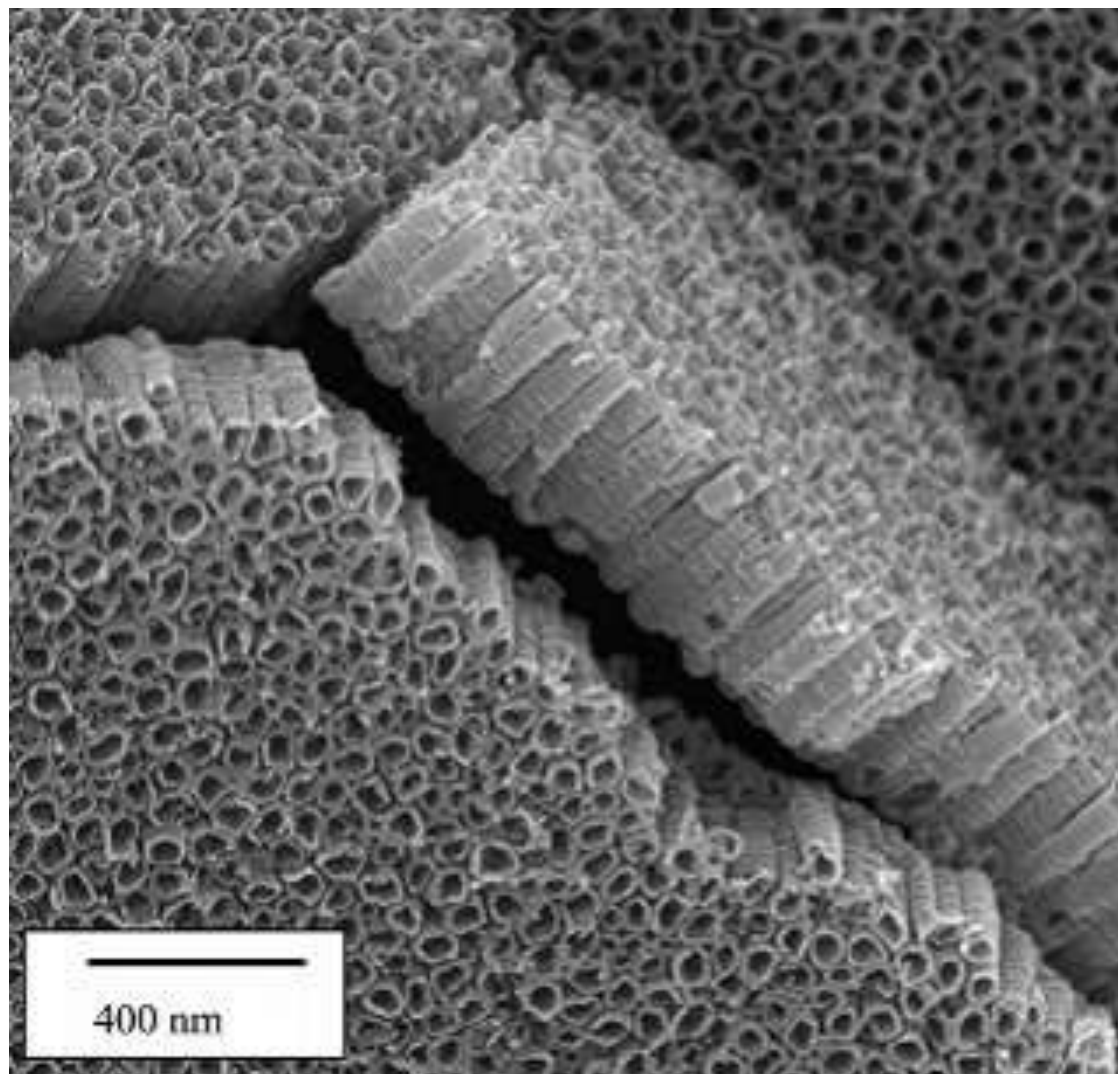
1—CH<sub>4</sub>

2—печь

3—катализатор

4—CH<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>

# Нанотрубки



[perst.issph.kiae.ru](http://perst.issph.kiae.ru)

# Нанотрубки. Дисплеи XXI века

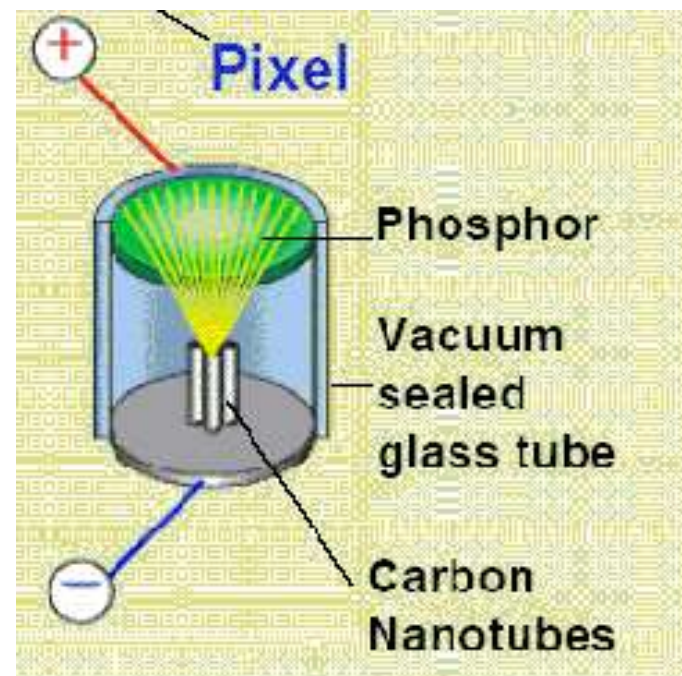
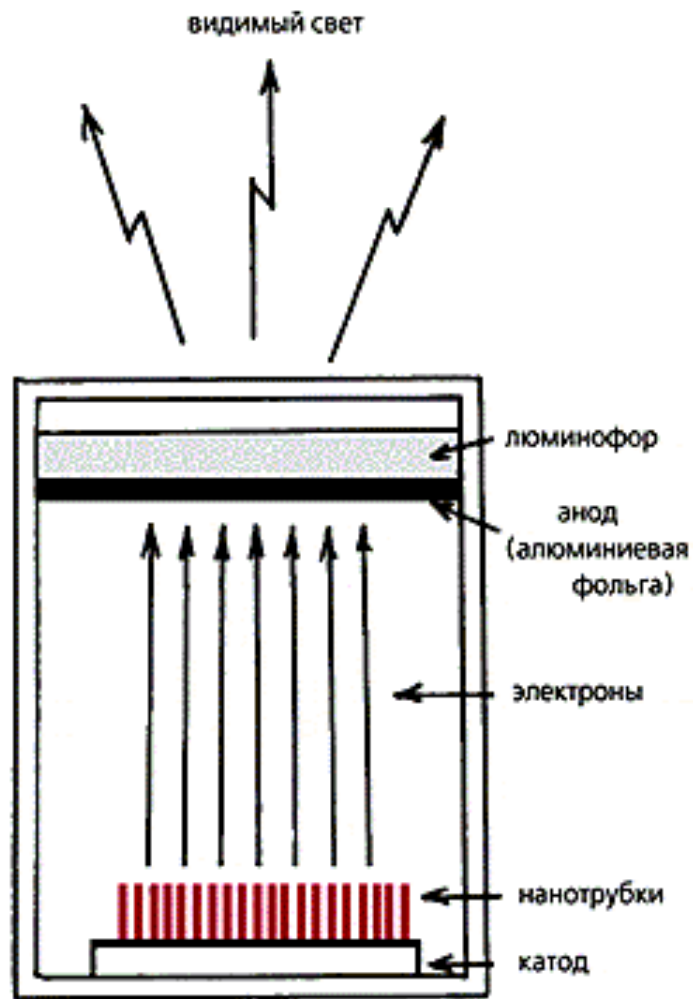
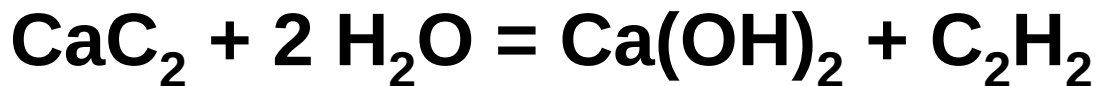


Схема дисплея, в котором используется автоэлектронная эмиссия из нанотрубок.

[http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/11\\_00/NANOTUBE.HTM](http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/11_00/NANOTUBE.HTM)  
Saito Y., Uemura S., Hamaguchi K. // Jpn. J. Appl. Phys. 1998. V.37. L346-350.



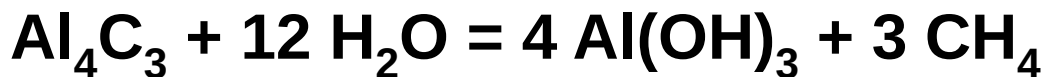
**Карбиды**  
Карбид кальция:



Ацетилен выделяют при реакции с водой и карбиды цинка, кадмия, лантана и церия:

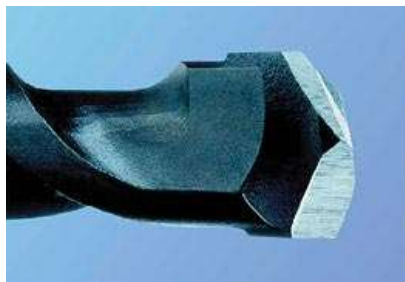
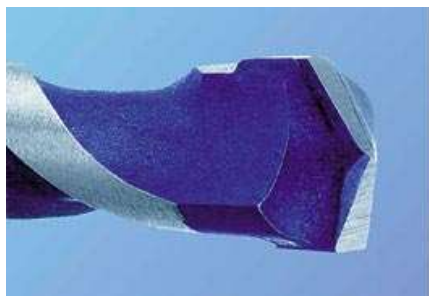


$\text{Be}_2\text{C}$  и  $\text{Al}_4\text{C}_3$  разлагаются водой с образованием метана:



В технике применяют карбиды титана  $\text{TiC}$ , вольфрама  $\text{W}_2\text{C}$  (твердые сплавы), кремния  $\text{SiC}$  (карборунд – в качестве абразива)

# Сверла на основе «победита» (80-87% вольфрама, 6-15% кобальта, 5-7% углерода )

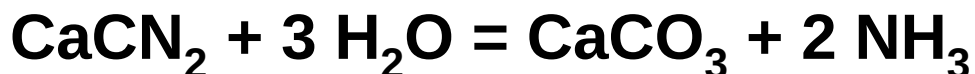


# Неорганические соединения углерода с азотом и кислородом (1)

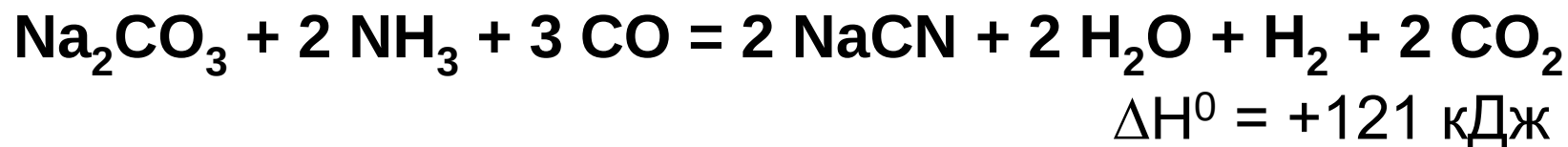
Цианамид кальция:



Гидролиз цианамиды:



Получение цианидов:



Электронное строение цианид-аниона аналогично оксиду углерода (II) и азоту (изоэлектронные частицы):



# Неорганические соединения углерода с азотом и кислородом

Электронное строение цианид-аниона аналогично оксиду углерода (II) и азоту (изоэлектронные частицы):



Цианиды и угарный газ ядовиты



Цианиды (0,1-0,2%-ный раствор) применяют при добыче золота:

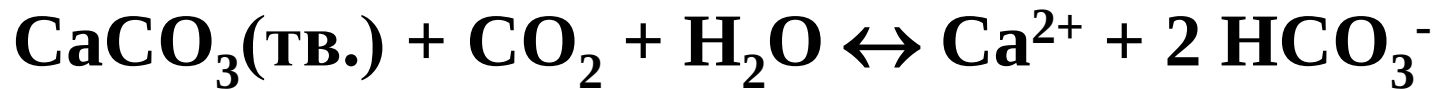




# Угольная кислота



Противодействие парниковому эффекту



Бульки CO<sub>2</sub>



Мертвые  
кораллы



# Сталактиты и сталагмиты





# Сталактиты под ГЗ МГУ



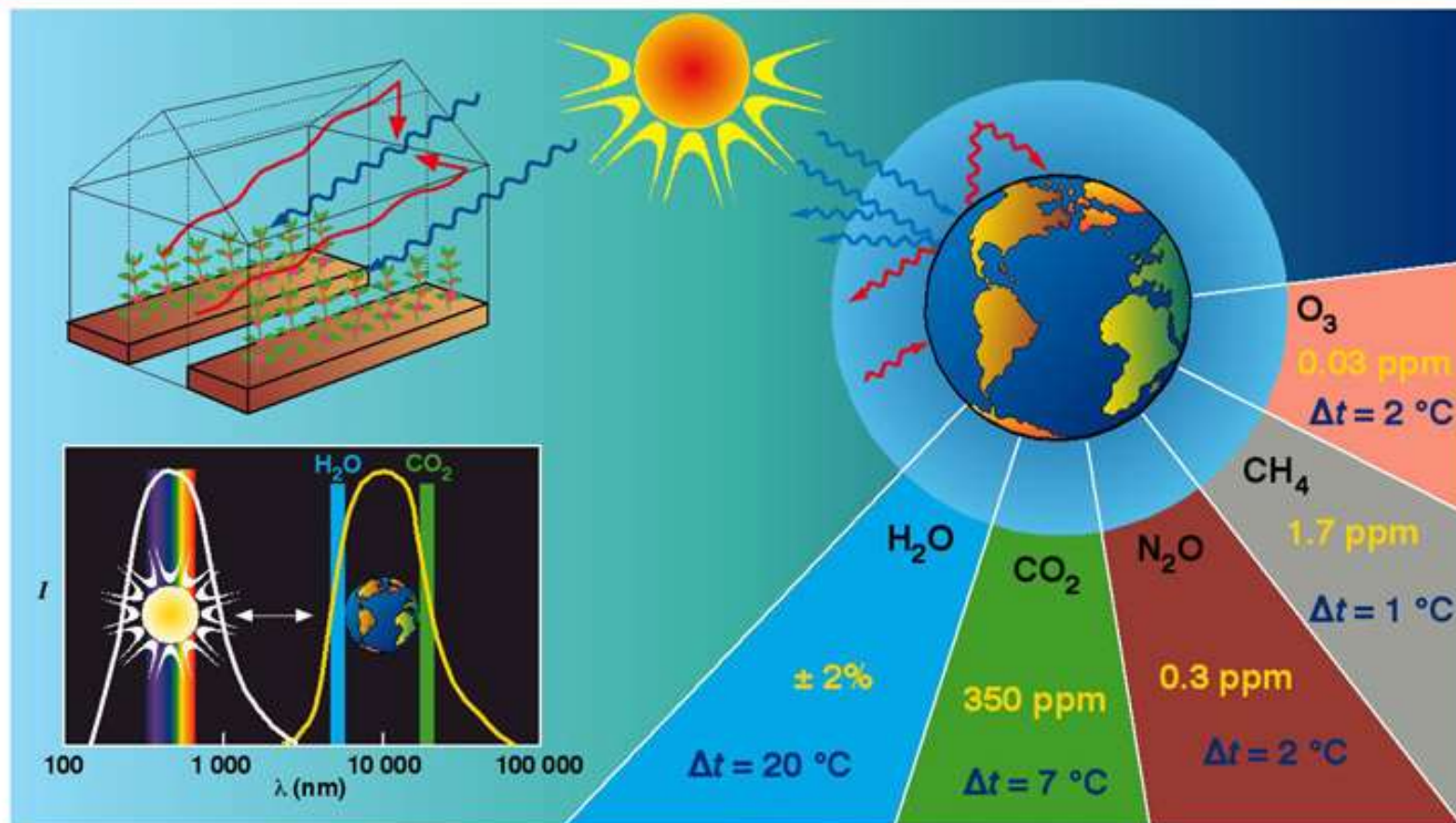
# Известковые натеки под Московским университетом

Весной 1974 г. студентами геологического факультета МГУ В. О. Источниковым, А. П. Пацекиным и автором (Н. Г. Максимович) в одном из подвальных помещений главного здания Московского университета на Ленинских горах были обнаружены значительные количества разнообразных карбонатных сталактитов.

...

Возраст сталактитов и сталагмитов не превышает 21 год, так как строительство Московского университета было закончено в 1953 г. Наибольшая длина сталактитов 40,5 см. Значит наибольшая скорость роста **не менее 2 см/год.**

# Парниковый эффект



L 08

AGFA



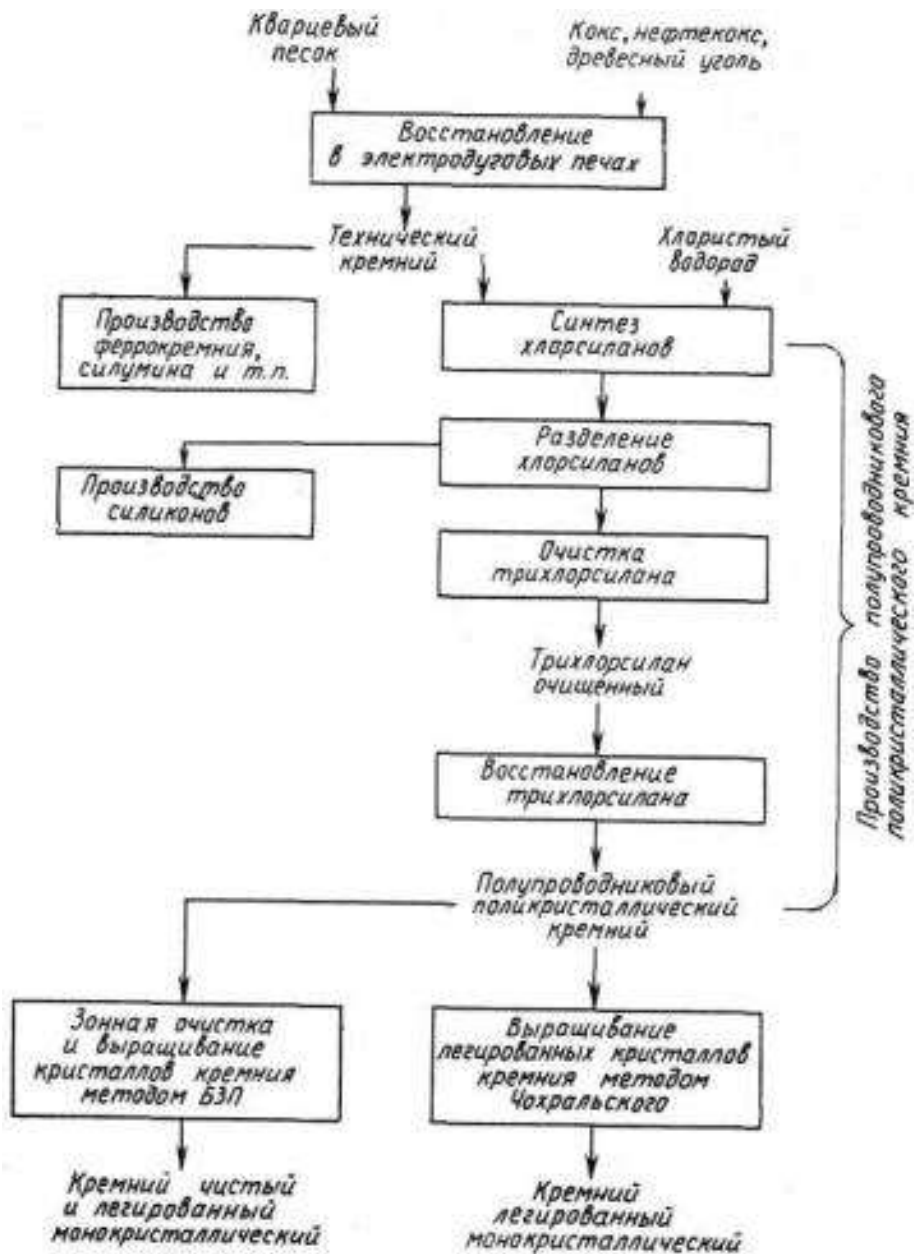
# Кремний

Лекция курса

**«Общая и неорганическая химия»**

для 11-х классов СУНЦ

# Производство полупроводникового кремния (1)



Производство монокристаллического кремния

## Производство полупроводникового кремния (2)



# Преобразователь световой энергии (солнечный элемент)

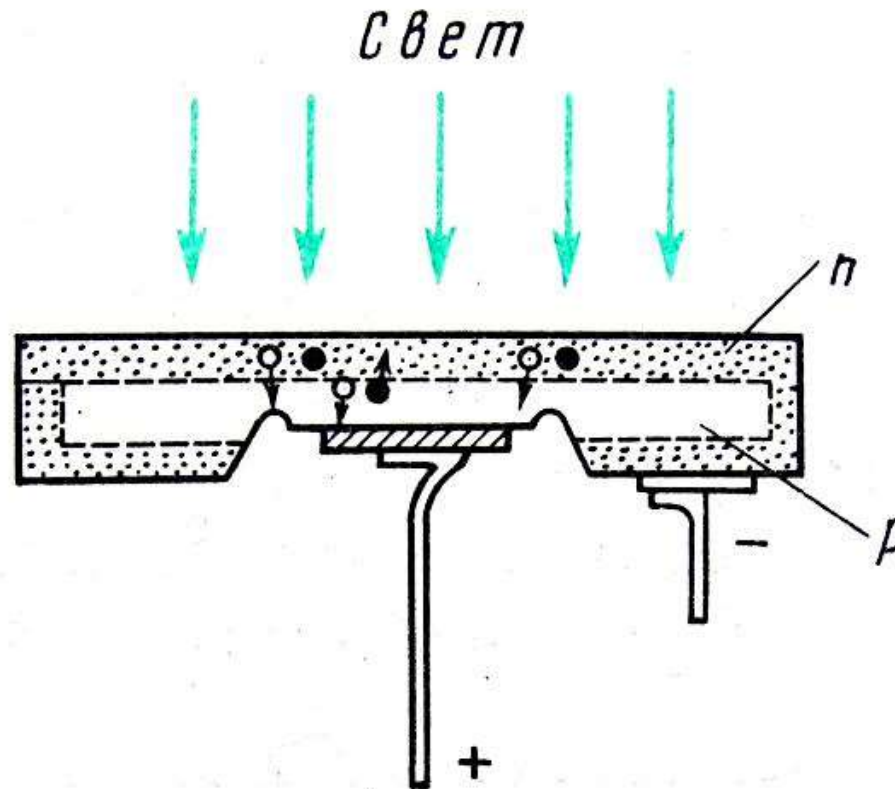
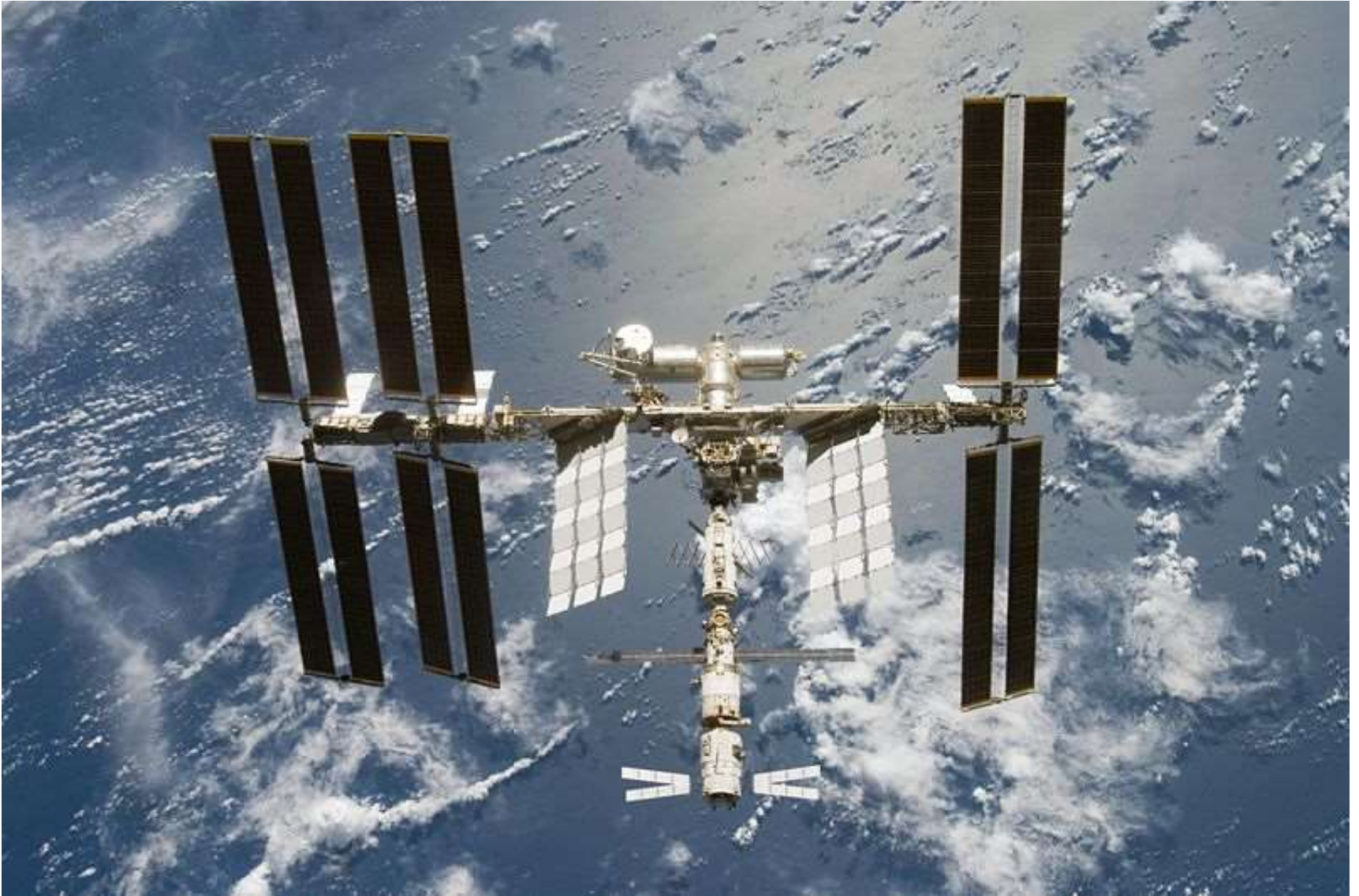


Рис. 9.25. Структура кремниевое фотоэлемента, изготовленного методом диффузии примесей



# Солнечные батареи (МКС)





# Солнечные батареи (МКС)





## Солнечная батарея в походе (12В, 5Вт)



# «Электропастух» в Светлицах (Калужская обл.) (12/6000В, 10 Вт)





## Солнечная батарея в ЛШ «Химера-2006» (12В, 30 Вт)





# Солнечная батарея в ЛШ «Химера-2006» (12В, 30 Вт) – блок зарядки мобильных





# Солнечная батарея в ЛШ «Химера-2009» (12В, 30 Вт) – блок зарядки мобильных



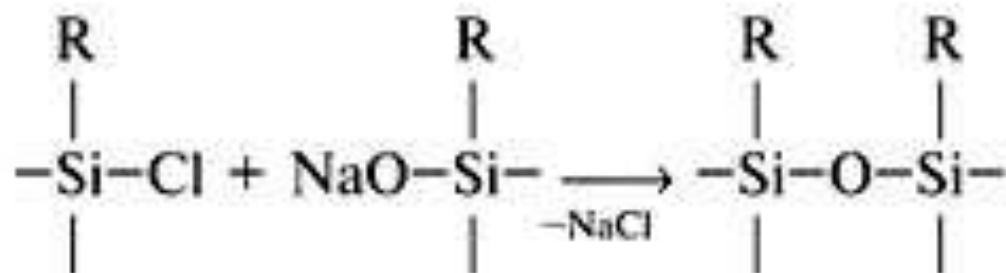
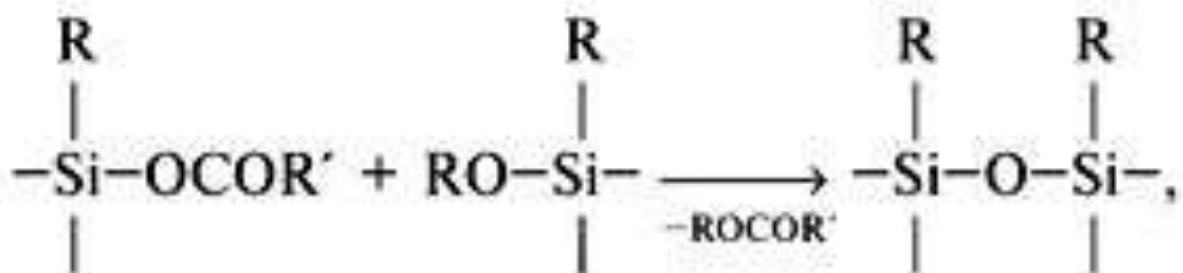
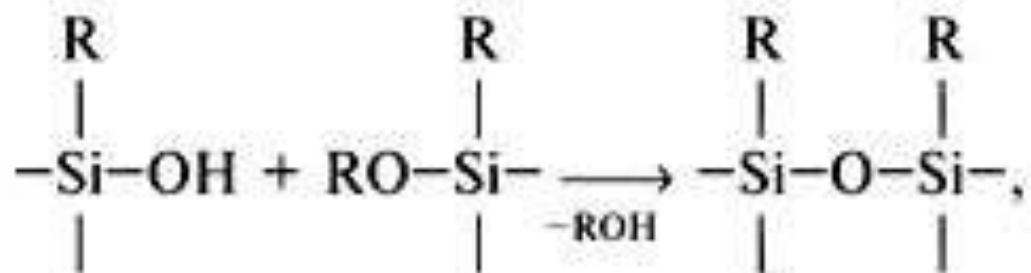


# Солнечная батарея в ЛШ «Химера-2012» (12В, 90 Вт) – блок зарядки мобильных и прочего





# Кремнийорганические полимеры

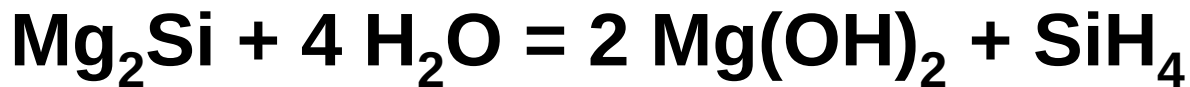
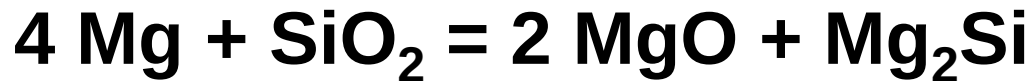
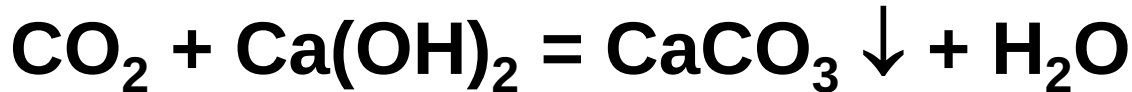
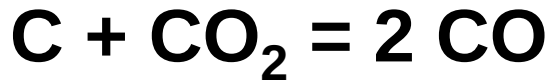
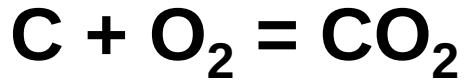


# Кремнийорганические полимеры





# Некоторые реакции



Наиболее распространенное **стекло** варят при 1400°C:





Подарок к 8 марта: Кристаллики - синтетические алмазы, в общей сложности около карата. Ампулка - кварц, висюлька - серебряная. Клеточка - 1 см.

Изготовлены методом высокого давления и высокой температуры (HPHT method) - все желтенькие из-за примеси азота (тысячные доли процента).

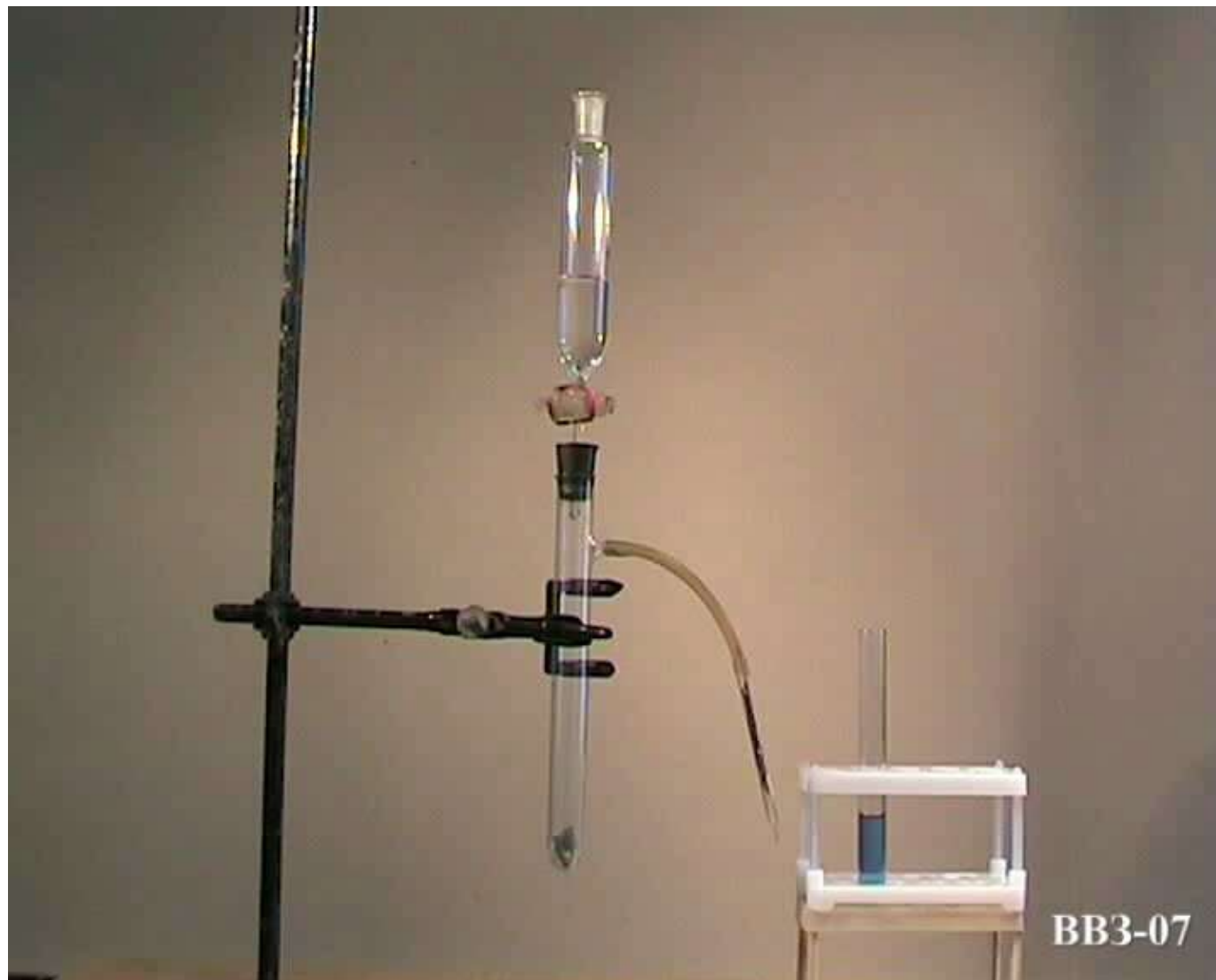
[www.forumlocal.ru](http://www.forumlocal.ru) (zone, самоделки)



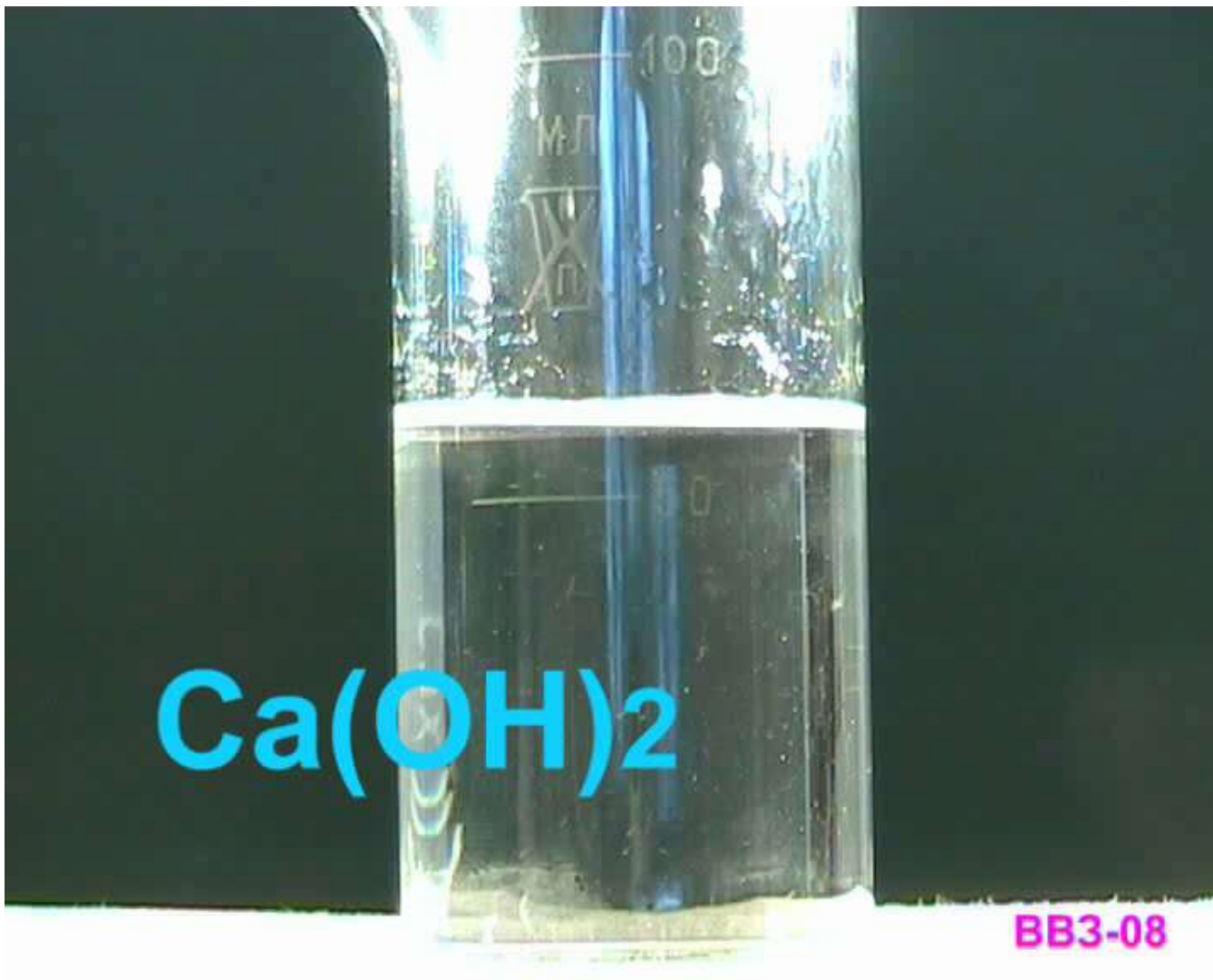
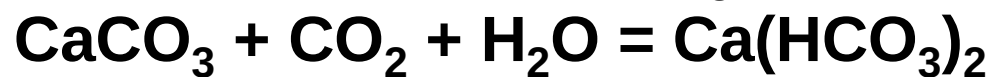
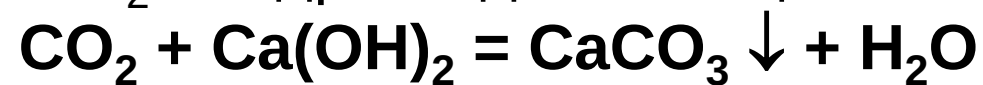


# Получение и свойства ацетилена

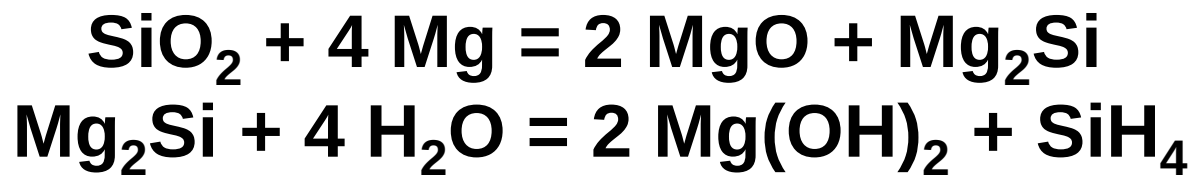
C2H2-ttV1-gen 0:41



Реакция  $\text{CO}_2$  с гидроксидом кальция CaHCO3-08-ttV1 0:40



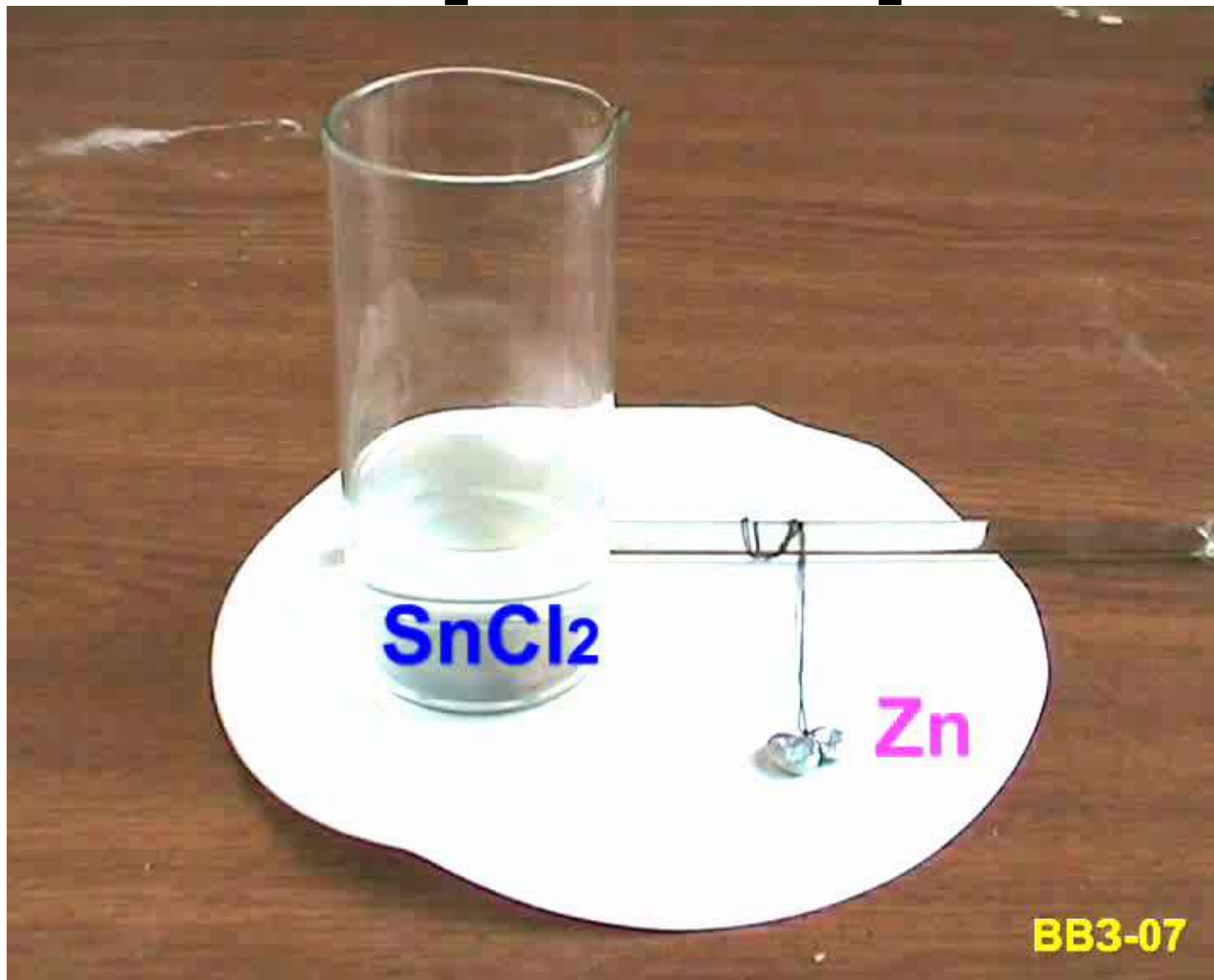
BB3-08



Галилео







# Добыча алмазов в Якутии (Мирный)



Photo Copyright © Jesse de Boer

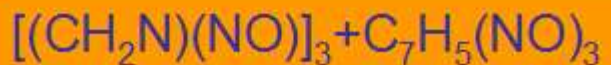


# Детонационный синтез наноалмазов

В.Даниленко, 1963 г.



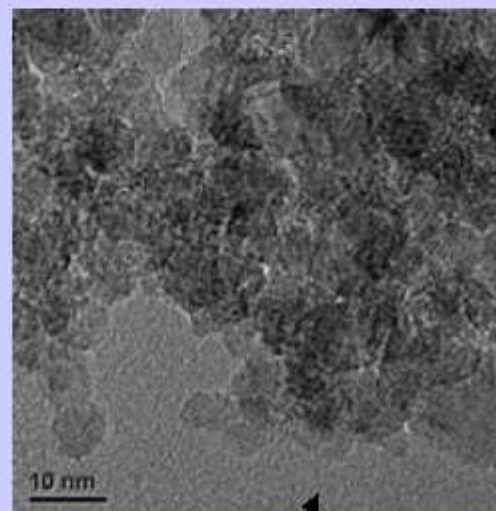
Взрыв гексолита,  
 $p = 20$  ГПа,  $T \sim 3200$  К



Время синтеза



0.3 мкс !

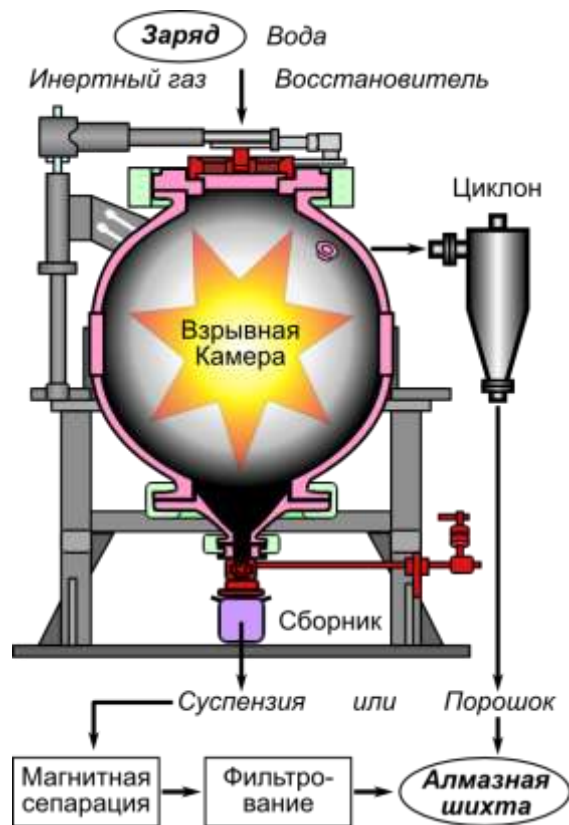


Алмазная шихта  
на стенках  
реактора





# Установка для детонационного синтеза



Взрыв смеси тротила (TNT) и гексогена (RDX)  
в отсутствии кислорода (3200K, 20ГПа)

Аморфный углерод  
и графит

Примеси металлов,  
их оксиды и карбиды

Агломераты и агрегаты  
первичных частиц НА



Подарок к 8 марта: Кристаллики - синтетические алмазы, в общей сложности около карата. Ампулка - кварц, висюлька - серебряная. Клеточка - 1 см.

Изготовлены методом высокого давления и высокой температуры (HPHT method) - все желтенькие из-за примеси азота (тысячные доли процента).

[www.forumlocal.ru](http://www.forumlocal.ru) (zone, самоделки)



