

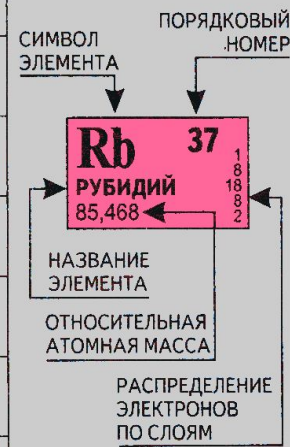
**Кремний и  
его  
соединения**

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергетические уровни
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а		
1	1	<b>Н</b> водород 1,008															<b>He</b> Гелий 4,003	2
2	2	<b>Li</b> Литий 6,941	<b>Be</b> Бериллий 9,0122	<b>B</b> Бор 10,811	<b>C</b> Углерод 12,011	<b>N</b> Азот 14,007	<b>O</b> Кислород 15,999	<b>F</b> Фтор 18,998									<b>Ne</b> Неон 20,179	10
3	3	<b>Na</b> Натрий 22,99	<b>Mg</b> Магний 24,312	<b>Al</b> Алюминий 26,982	<b>Si</b> Кремний 28,086	<b>P</b> Фосфор 30,974	<b>S</b> Сера 32,064	<b>Cl</b> Хлор 35,453									<b>Ar</b> Аргон 39,948	18
4	4	<b>K</b> Калий 39,102	<b>Ca</b> Кальций 40,08	<b>Sc</b> Скандий 44,956	<b>Ti</b> Титан 47,956	<b>V</b> Ванадий 50,941	<b>Cr</b> Хром 51,996	<b>Mn</b> Марганец 54,938	<b>Fe</b> Железо 55,849	<b>Co</b> Кобальт 58,933	<b>Ni</b> Никель 58,7							
	5	<b>Cu</b> Медь 63,546	<b>Zn</b> Цинк 65,37	<b>Ga</b> Галлий 69,72	<b>Ge</b> Германий 72,59	<b>As</b> Мышьяк 74,922	<b>Se</b> Селен 78,96	<b>Br</b> Бром 79,904										<b>Kr</b> Криптон 83,8
5	6	<b>Rb</b> Рубидий 85,468	<b>Sr</b> Стронций 87,62	<b>Y</b> Иттрий 88,906	<b>Zr</b> Цирконий 91,22	<b>Nb</b> Ниобий 92,906	<b>Mo</b> Молибден 95,94	<b>Tc</b> Технеций [99]	<b>Ru</b> Рутений 101,07	<b>Rh</b> Родий 102,906	<b>Pd</b> Палладий 106,4							
	7	<b>Ag</b> Серебро 107,868	<b>Cd</b> Кадмий 112,41	<b>In</b> Индий 114,82	<b>Sn</b> Олово 118,69	<b>Sb</b> Сурьма 121,75	<b>Te</b> Теллур 127,6	<b>I</b> Иод 126,905										<b>Xe</b> Ксенон 131,3
6	8	<b>Cs</b> Цезий 132,905	<b>Ba</b> Барий 137,34	57-71 Лантаноиды		<b>Hf</b> Гафний 178,49	<b>Ta</b> Тантал 180,948	<b>W</b> Вольфрам 183,85	<b>Re</b> Рений 186,207	<b>Os</b> Осмий 190,2	<b>Ir</b> Иридий 192,22	<b>Pt</b> Платина 195,09						
	9	<b>Au</b> Золото 196,967	<b>Hg</b> Ртуть 200,59	<b>Tl</b> Таллий 204,37	<b>Pb</b> Свинец 207,19	<b>Bi</b> Висмут 208,98	<b>Po</b> Полоний [210]	<b>At</b> Астат [210]										<b>Rn</b> Радон [222]
7	10	<b>Fr</b> Франций [223]	<b>Ra</b> Радий [226]	89-103 Актиноиды		<b>Rf</b> Резерфордий [261]	<b>Db</b> Дубний [262]	<b>Sg</b> Сиборгий [263]	<b>Bh</b> Борий [262]	<b>Hn</b> Ханий [265]	<b>Mt</b> Мейтнерий [265]							
Высшие оксиды		$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$	$RO_4$									
Летучие водородные соединения					$RH_4$	$RH_3$	$H_2R$	$HR$										



Д.И. Менделеев  
1834-1907



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

## ЛАНТАНОИДЫ

57 <b>La</b> Лантан 138,906	58 <b>Ce</b> Церий 140,12	59 <b>Pr</b> Празеодим 140,908	60 <b>Nd</b> Неодим 144,24	61 <b>Pm</b> Прометий [145]	62 <b>Sm</b> Самарий 150,4	63 <b>Eu</b> Европий 151,96	64 <b>Gd</b> Гадолиний 157,25	65 <b>Tb</b> Тербий 158,926	66 <b>Dy</b> Диспрозий 162,5	67 <b>Ho</b> Гольмий 164,93	68 <b>Er</b> Эрбий 167,26	69 <b>Tm</b> Тулий 168,934	70 <b>Yb</b> Иттербий 173,04	71 <b>Lu</b> Лютеций 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

## АКТИНОИДЫ

89 <b>Ac</b> Актиний [227]	90 <b>Th</b> Торий 232,038	91 <b>Pa</b> Протактиний [231]	92 <b>U</b> Уран 238,29	93 <b>Np</b> Нептуний [237]	94 <b>Pu</b> Плутоний [244]	95 <b>Am</b> Америций [243]	96 <b>Cm</b> Кюрий [247]	97 <b>Bk</b> Берклий [247]	98 <b>Cf</b> Калифорний [251]	99 <b>Es</b> Эйнштейний [254]	100 <b>Fm</b> Фермий [257]	101 <b>Md</b> Менделеев [258]	102 <b>No</b> Нобелий [259]	103 <b>Lr</b> Лоуренсий [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------



Si

14

КРЕМНИЙ

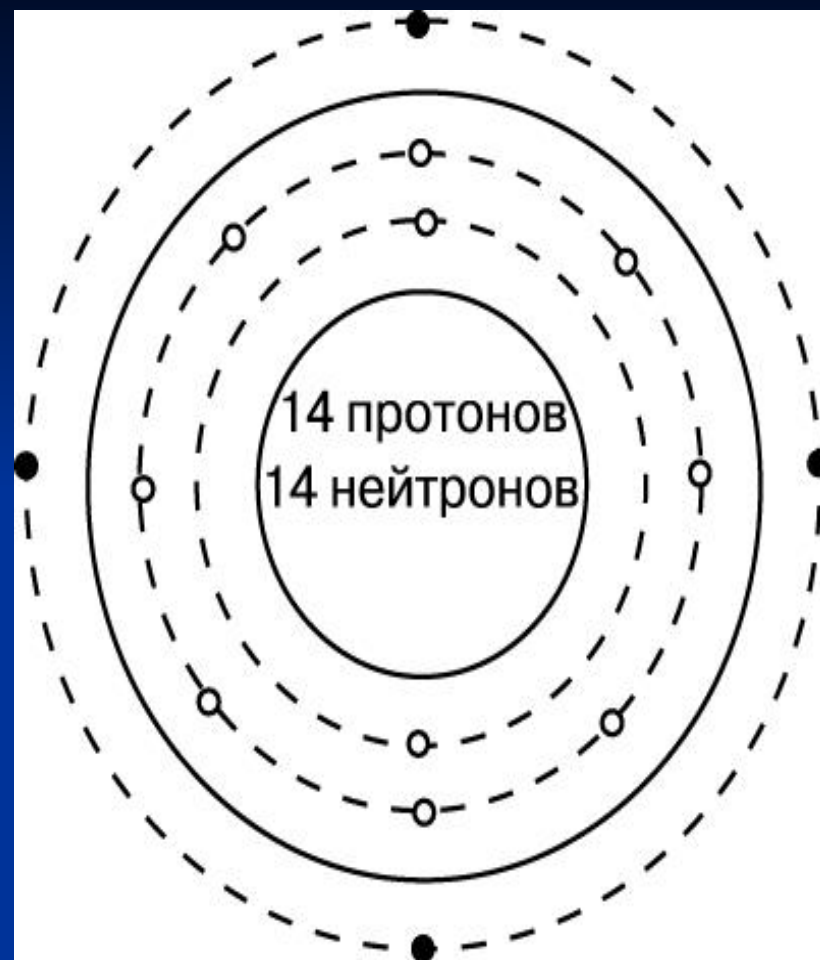
28.086

$3s^2 3p^2$

4

8

2



Строение атома кремния

# Строение атома

Положение в ПС: период III; группа IV, главная;

Заряд ядра:  $+14$  Si;

Относительная атомная масса:  $A_r(\text{Si})=28$

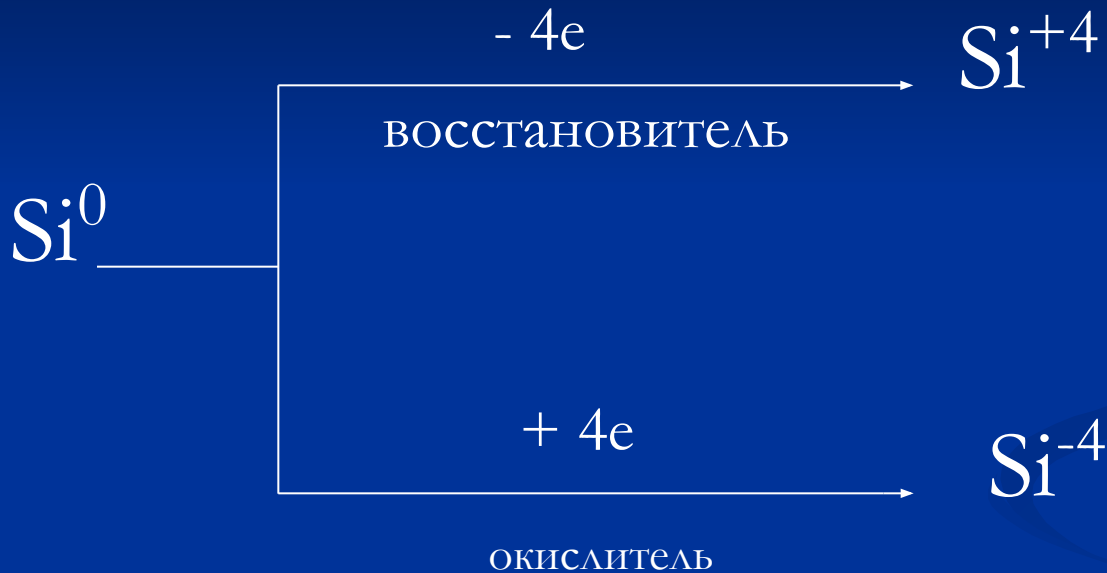
Строение атома:  $p=14$ ,  $e=14$ ,  $n=28 - 14 = 14$

Электронная формула:  $+14$  Si  $2e; 8e; 4e;$



Неметалл;

# Свойства атома



Кремний, отдавая все внешние электроны более ЭО элементам, окисляется, переходя в  $\text{Si}^{+4}$ ;

Принимая 4 электрона на свой внешний энергетический уровень, восстанавливается до  $\text{Si}^{-4}$ ;







# Физические свойства кремния

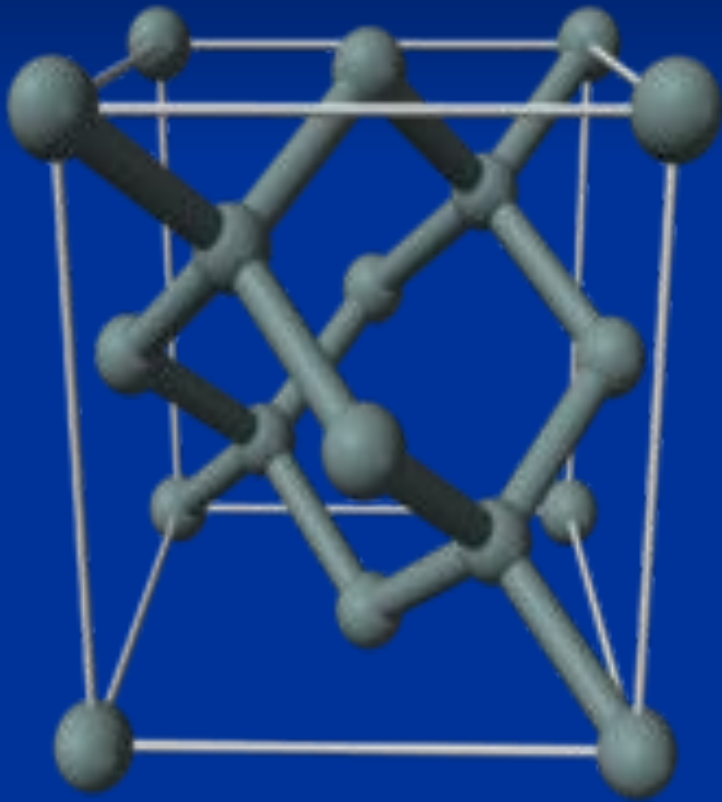
Кремний – неметалл, существует в кристаллическом и аморфном состоянии.

Кристаллический кремний – вещество серовато – стального цвета с металлическим блеском, весьма твердое, но хрупкое.

Аморфный кремний – бурый порошок.

$$\rho = 2,33 \text{ г/см}^3; t_{\text{пл.}} = 1415^{\circ}\text{C}; t_{\text{кип.}} = 3500^{\circ}\text{C};$$

# Кристаллическая структура кремния



Кристаллическая решетка кремния кубическая гранецентрированная типа алмаза.

Но из-за большей длины связи между Si – Si, твердость кремния значительно меньше, чем алмаза.

Кремний хрупок, только при нагревании выше  $800^{\circ}\text{C}$ .



# Электрофизические свойства

Элементарный кремний —

типичный полупроводник.

На электрофизические свойства кристаллического кремния большое влияние оказывают содержащиеся в нем микропримеси.

Для получения монокристаллов кремния с дырочной проводимостью в кремний вводят добавки элементов III-й группы — бор, алюминия, галлия и индия, с электронной проводимостью — добавки элементов V-й группы — фосфора, мышьяка или сурьма.

# Кремний в природе



Кремний в свободном виде в природе не встречается.

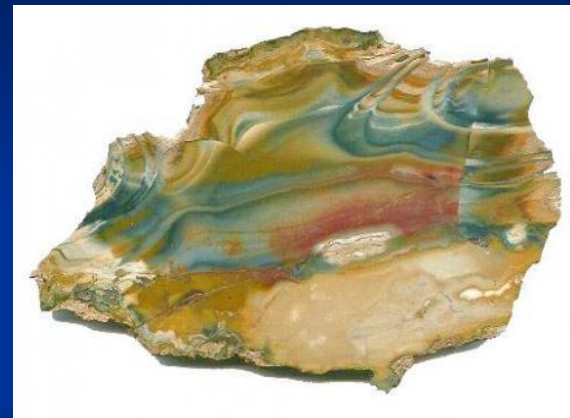
Кремний – второй по распространенности элемент ПСХЭ.

В природе встречается в виде кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ), силикатов и алюмосиликатов.

# Кремень



Кремень, именно этот невзрачный и очень прочный камень, положил начало каменному веку — веку кремневых орудий труда.



Причин две:

- распространенность и доступность кремния;
- способность образовывать при сколе острые режущие края;



# Разновидности минералов на основе оксида кремния



Агат



Горный  
хрусталь



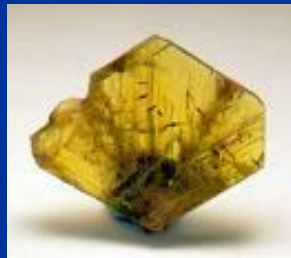
Кварц



Цитрин



Опал



Кошачий  
глаз



Аметист



Яшма



Сердолик

# Знаете ли вы, что...

В чистом виде **кремний** был выделен в 1811 году французскими учеными:



Жозеф Луи Гей-Люссак



Луи Жаком Тенор

# Знаете ли вы, что..



Кремний в  
элементарном состоянии  
был впервые получен в  
1825 году шведским  
химиком Йенсом  
Якобсом Берцелиусом



# Знаете ли вы, что...



Русское название «кремний»  
введено в 1834 г.  
российским химиком  
Германом Ивановичем  
Гессом.

# Знаете ли вы, что..



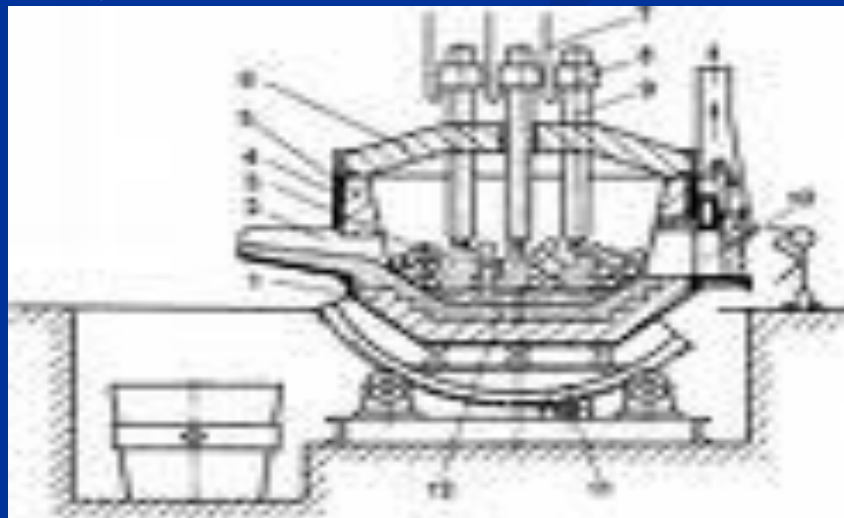
Способ получения кремния  
в чистом виде разработан  
Николаем Николаевичем  
Бекетовым.

Кремний в России производится  
на заводах:

г. Каменск - Уральский (Свердловская область)  
г. Шелех (Иркутская область).

# Получение кремния

В промышленности кремний получают восстанавливая расплав  $\text{SiO}_2$  коксом при  $t = 1800^\circ\text{C}$  в дуговых печах. Чистота полученного таким образом кремния составляет 99,9 %.





# Получение кремния

*Лабораторный способ получения:*



# Химические свойства кремния

Химически кремний малоактивен.

При комнатной температуре реагирует только с фтором, образуя летучий тетрафторид кремния:



# Химические свойства кремния

При нагревании до 400 – 500<sup>0</sup>С кремний реагирует с кислородом с образованием диоксида кремния:



# Химические свойства кремния

с хлором, бромом и йодом —

с образованием соответствующих

легко летучих тетрагалогенидов  $\text{SiHal}_4$ :





# Химические свойства кремния

При взаимодействии с металлом, кремний проявляет себя как окислитель.

При взаимодействии образуются: силициды.

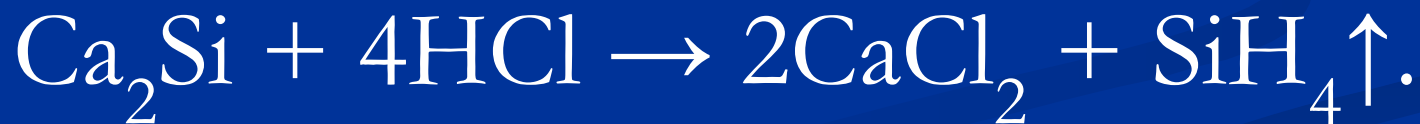


Кремний легко растворяется в щелочах.

# Химические свойства кремния

С водородом кремний непосредственно не реагирует.

Водородное соединение **силан**, получают косвенным способом, при взаимодействии силицидов с кислотами:



# Соединения кремния

Кремний  
Si

Оксид  
Кремния:  
 $\text{SiO}_2$

Водородное  
:  
Силан  
 $\text{SiH}_4$

Кремниевая  
кислота:  
 $\text{H}_2\text{SiO}_3$

Соли:  
Силикаты  
Силициды:

# Свойства оксида

CO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
Кислотный оксид	Кислотный оксид
Молекулярная кристаллическая решетка	Атомная кристаллическая решетка
Бесцветный газ.	Кристаллическое, твердое вещество, тугоплавкое.
Химические	свойства
$H_2O + CO_2 = H_2CO_3$	Не взаимодействует
$CO_2 + CaO = CaCO_3$	$SiO_2 + CaO = CaSiO_3$
$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$	$SiO_2 + NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$
$CO_2 + 2Mg = 2MgO + C$	$SiO_2 + 2C = 2MgO + Si$
$C + CO_2 = 2CO$	$SiO_2 + 2C = Si + 2CO$



# Свойства кислот

$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{H}_2\text{SiO}_3$
Двухосновная, кислородсодержащая, слабая, непрочная, т.к. летучая.	Двухосновная, кислородсодержащая, слабая, нерастворимая в воде.
Получение: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$	Получение: $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{нельзя}$
Нестойкая, <sup>↑</sup> непрочная, при стоянии или нагревании разлагается: $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Выделить в чистом виде нельзя, т.к. при нагревании разлагается: $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
$\text{Zn} + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{ZnCO}_3 + \text{H}_2 \uparrow$ Незначительное выделение газа	<hr/>

# Соли

Угольной кислоты	Кремниевой кислоты
<ul style="list-style-type: none"><li>- карбонаты;</li><li>- гидрокарбонаты;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- силикаты;</li></ul>
<p>Карбонаты обладают всеми свойствами солей, являются сильными электролитами, полностью диссоциируют на ионы (растворимых в воде).</p>	<p>Растворимыми являются только соли щелочных металлов, остальные образуют нерастворимые или вообще не образуют солей (<math>Al^{+3}</math>, <math>Cr^{+3}</math>, <math>Ag^{+}</math>).</p>

# Применение кремния и его соединений



Стекло



Цемент



Кирпич



Фарфор



Керамика



Фаянс



Клей



Асбест

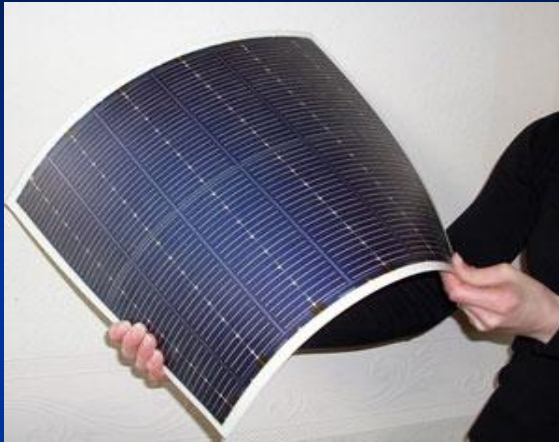


Силикон



Гранит

# Применение кремния в технике





# Применение кремния в медицине



# Биологическая роль

Важнейшее соединение кремния –  $\text{SiO}_2$  необходим для жизни растений и животных.



Благодаря ему тростники, камыши и хвощи стоят крепко, как штыки.



Острые листья осоки режут, как ножи, стерня на скошенном поле колет, как иголки, а стебли злаков настолько крепки, что не позволяют



ниве на полях ложиться от дождя и ветра

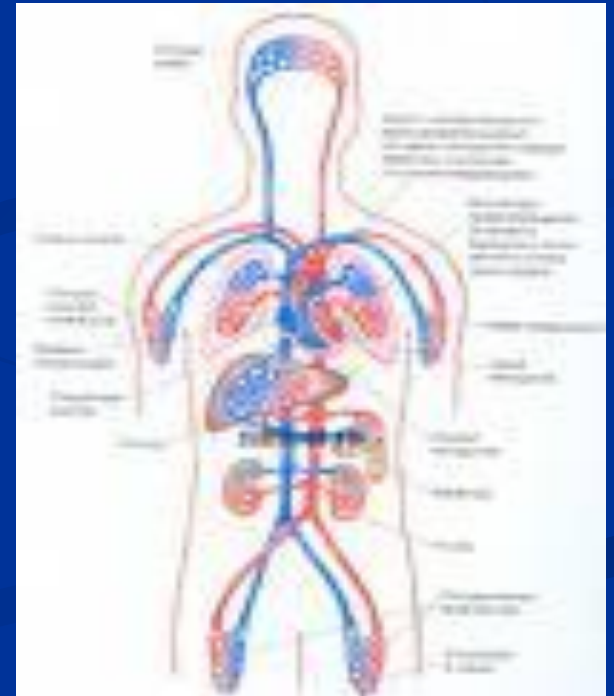
# Биологическая роль

Чешуя рыб, панцири насекомых, крылья бабочек, перья птиц и шерсть животных прочны, так как содержат кремнезем.



# Биологическая роль

Кремний придаёт гладкость и прочность костям и кровеносным сосудам человека.



В организме человека кремния менее 0,01% по весу.



Кремний - микроэлемент, постоянно содержащийся в организме человека. Наибольшее его количество содержится в лимфоузлах, соединительной ткани аорты, трахеи, в волосах и коже. Кремний необходим для построения эпителиальных клеток.

Кремний играет важную роль в процессе минерализации костной ткани; необходим для поддержания эластичности стенки артерий, оказывает положительное влияние на иммунитет и замедляет процессы старения в тканях организма человека.

Среднее содержание кремния в крови составляет 8,25 мг/сутки. С возрастом его уровень в организме снижается, поэтому у пожилых людей потребность в кремнии, как правило, повышается. Улучшают усвоение кремния организмом наличие кальция, магния, марганца и калия.

# Биологическая роль

Кремний входит и в состав низших живых организмов – диатомовых водорослей и радиолярий, - нежнейших комочков живой материи, которые создают свои непревзойденные по красоте скелеты из кремнезема.



Диатомовые водоросли

Радиолярии

# Кремний в продуктах питания

