

Общие свойства металлов.

Щелочные металлы

Лекция курса
«Общая и неорганическая химия»
для 11-х классов СУНЦ
В.В.Загорский



Периодическая таблица элементов

Металлические свойства

- металлы
- металлоиды
- неметаллы

Ia	Металлические свойства																VIIa	
1																	2	
H	IIa																	He
3	4																	10
Li	Be																	Ne
11	12																	18
Na	Mg	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb					Ib	IIb	13	14	15	16	17
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113						
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub	Uut						
			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71		
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Периодическая таблица. Металлы

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			VIII
1	H 1 Водород										He 2 Гелий
2	Li 3 Литий	Be 4 Бериллий	B 5 Бор	C 6 Углерод	N 7 Азот	O 8 Кислород	F 9 Фтор				Ne 10 Неон
3	Na 11 Натрий	Mg 12 Магний	Al 13 Алюмин..	Si 14 Кремний	P 15 Фосфор	S 16 Сера	Cl 17 Хлор				Ar 18 Аргон
4	K 19 Калий	Ca 20 Кальций	Sc 21 Скандий	Ti 22 Титан	V 23 Ванадий	Cr 24 Хром	Mn 25 Марганец	Fe 26 Железо	Co 27 Кобальт	Ni 28 Никель	
5	Cu 29 Медь	Zn 30 Цинк	Ga 31 Галлий	Ge 32 Германий	As 33 Мышьяк	Se 34 Селен	Br 35 Бром				Kr 36 Криптон
6	Rb 37 Рубидий	Sr 38 Стронций	Y 39 Иттрий	Zr 40 Цирконий	Nb 41 Ниобий	Mo 42 Молибден	Tc 43 Технеций	Ru 44 Рутений	Rh 45 Родий	Pd 46 Палладий	
7	Ag 47 Серебро	Cd 48 Кадмий	In 49 Индий	Sn 50 Олово	Sb 51 Сурьма	Te 52 Теллур	I 53 Иод				Xe 54 Ксенон
8	Cs 55 Цезий	Ba 56 Барий	La 57 Лантан	Hf 72 Гафний	Ta 73 Тантал	W 74 Вольфрам	Re 75 Рений	Os 76 Осмий	Ir 77 Иридий	Pt 78 Платина	
9	Au 79 Золото	Hg 80 Ртуть	Tl 81 Таллий	Pb 82 Свинец	Bi 83 Висмут	Po 84 Полоний	At 85 Астат				Rn 86 Радон
10	Fr 87 Франций	Ra 88 Радий	Ac 89 Актиний	Rf 104 Резерфо..	Db 105 Дубний	Sg 106 Сиборго..	Bh 107 Борий	Hs 108 Хассий	Mt 109 Мейтнер..	Uun 110 Ун-ун-ну..	Uuu 111 Ун-ун-ун..

L

Ce 58 Церий	Pr 59 Празеод..	Nd 60 Неодим	Pm 61 Прометий	Sm 62 Самарий	Eu 63 Европий	Gd 64 Гадолин..	Tb 65 Тербий	Dy 66 Диспроз..	Ho 67 Гольмий	Er 68 Эрбий	Tm 69 Тулий	Yb 70 Иттербий	Lu 71 Лютеций
Th 90 Торий	Pa 91 Протакт..	U 92 Уран	Np 93 Нептуний	Pu 94 Плутоний	Am 95 Америций	Cm 96 Кюрий	Bk 97 Берклий	Cf 98 Калифор..	Es 99 Энштейн..	Fm 100 Фермий	Md 101 Менделе..	No 102 Нобелий	Lr 103 Лоуренс..

A

Периодическая таблица. Металлы

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIII		
1	H 1 Водород								He 2 Гелий		
2	Li 3 Литий	Be 4 Бериллий	B 5 Бор	C 6 Углерод	N 7 Азот	O 8 Кислород	F 9 Фтор		Ne 10 Неон		
3	Na 11 Натрий	Mg 12 Магний	Al 13 Алюмин..	Si 14 Кремний	P 15 Фосфор	S 16 Сера	Cl 17 Хлор		Ar 18 Аргон		
4	K 19 Калий	Ca 20 Кальций	Sc 21 Скандий	Ti 22 Титан	V 23 Ванадий	Cr 24 Хром	Mn 25 Марганец	Fe 26 Железо	Co 27 Кобальт	Ni 28 Никель	
5	Cu 29 Медь	Zn 30 Цинк	Ga 31 Галлий	Ge 32 Германий	As 33 Мышьяк	Se 34 Селен	Br 35 Бром				Kr 36 Криптон
6	Rb 37 Рубидий	Sr 38 Стронций	Y 39 Иттрий	Zr 40 Цирконий	Nb 41 Ниобий	Mo 42 Молибден	Tc 43 Технеций	Ru 44 Рутений	Rh 45 Родий	Pd 46 Палладий	
7	Ag 47 Серебро	Cd 48 Кадмий	In 49 Индий	Sn 50 Олово	Sb 51 Сурьма	Te 52 Теллур	I 53 Иод				Xe 54 Ксенон
8	Cs 55 Цезий	Ba 56 Барий	La 57 Лантан	Hf 72 Гафний	Ta 73 Тантал	W 74 Вольфрам	Re 75 Рений	Os 76 Осмий	Ir 77 Иридий	Pt 78 Платина	
9	Au 79 Золото	Hg 80 Ртуть	Tl 81 Таллий	Pb 82 Свинец	Bi 83 Висмут	Po 84 Полоний	At 85 Астат				Rn 86 Радон
10	Fr 87 Франций	Ra 88 Радий	Ac 89 Актиний	Rf 104 Резерфо..	Db 105 Дубний	Sg 106 Сиборго..	Bh 107 Борий	Hs 108 Хассий	Mt 109 Мейтнер..	Uun110 Ун-ун-ну..	Uuu111 Ун-ун-ун..

L	Ce 58 Церий	Pr 59 Празеод..	Nd 60 Неодим	Pm 61 Прометий	Sm 62 Самарий	Eu 63 Европий	Gd 64 Гадолин..	Tb 65 Тербий	Dy 66 Диспроз..	Ho 67 Гольмий	Er 68 Эрбий	Tm 69 Тулий	Yb 70 Иттербий	Lu 71 Лютеций
A	Th 90 Торий	Pa 91 Протакт..	U 92 Уран	Np 93 Нептуний	Pu 94 Плутоний	Am 95 Америций	Cm 96 Кюрий	Bk 97 Берклий	Cf 98 Калифор..	Es 99 Энштейн..	Fm 100 Фермий	Md 101 Менделе..	No 102 Нобелий	Lr 103 Лоуренс..

Общие свойства металлов



**Металлический
блеск,
электро- и
теплопроводность,**

Кольцо

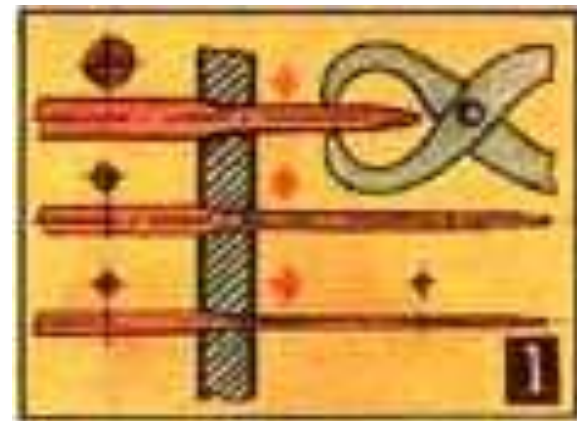
www.webelements.com



КОВКОСТЬ,

Меч

<http://dhblacksmith.narod.ru/fotogal.htm>



пластичность

крист. Pb/Sn

http://www.unpeople.ru/practice/2/17_1.shtml

Активность металлов

Оксиды не восстанавливаются водородом	K	Реагируют с холодной водой с выделением водорода
	Ba	
	Sr	
	Ca	
Оксиды восстанавливаются до металла водородом	Na	Реагируют с водяным паром с выделением водорода
	Li	
	Mg	
	Al	
	Mn	
	Zn	
	Cr	
	Fe	
Оксиды разлагаются при нагревании	Cd	Реагируют с кислотами с выделением водорода
	Co	
	Ni	
	Sn	
	Pb	Реагируют с кислородом с образованием оксидов
	H	
	Sb	
	As	
	Bi	
	Cu	
Оксиды получают косвенными методами	Hg	
	Ag	
	Pd	
	Pt	
	Au	

Атомные радиусы элементов

1 H 0,30																	2 He +																															
3 Li 1,52	4 Be 1,11											5 B 0,88	6 C 0,77	7 N 0,70	8 O 0,66	9 F 0,64	10 Ne																															
11 Na 1,89	12 Mg 1,60											13 Al 1,43	14 Si 1,17	15 P 1,10	16 S 1,04	17 Cl 0,99	18 Ar																															
19 K 2,31	20 Ca 1,97	21 Sc 1,60	22 Ti 1,46	23 V 1,31	24 Cr 1,25	25 Mn 1,29	26 Fe 1,26	27 Co 1,26	28 Ni 1,24	29 Cu 1,28	30 Zn 1,33	31 Ga 1,22	32 Ge 1,22	33 As 1,21	34 Se 1,17	35 Br 1,14	36 Kr																															
37 Rb 2,44	38 Sr 2,15	39 Y 1,89	40 Zr 1,57	41 Nb 1,43	42 Mo 1,36	43 Tc 1,30	44 Ru 1,33	45 Rh 1,34	46 Pd 1,38	47 Ag 1,44	48 Cd 1,49	49 In 1,62	50 Sn 1,40	51 Sb 1,41	52 Te 1,37	53 I 1,33	54 Xe																															
55 Cs 2,62	56 Ba 2,17	57-71 La-Lu 1,57		72 Hf 1,43	73 Ta 1,37	74 W 1,37	75 Re 1,34	76 Os 1,35	77 Ir 1,38	78 Pt 1,44	79 Au 1,55	80 Hg 1,71	81 Tl 1,75	82 Pb 1,46	83 Bi 1,40	84 Po 1,40	85 At 1,40	86 Rn																														
87 Fr 2,70	88 Ra 2,70																	89-103 Ac-Lr +																														
																		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu																
																		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																

S1 S27

Элементы IА группы – щелочные металлы

Свойства простых веществ					
	Li	Na	K	Rb	Cs
Температура плавления, °С	180	98	64	38,4	28,4
Температура кипения, °С	1345	883	774	688	678
Радиус атома, пм (10^{-12} м)	155	189	236	248	268
Радиус иона Э^+ , пм	68	98	133	149	165
Плотность, г/см ³	0,53	0,97	0,86	1,53	1,88
Продукт горения в O_2	Li_2O	Na_2O_2	KO_2	RbO_2	CsO_2



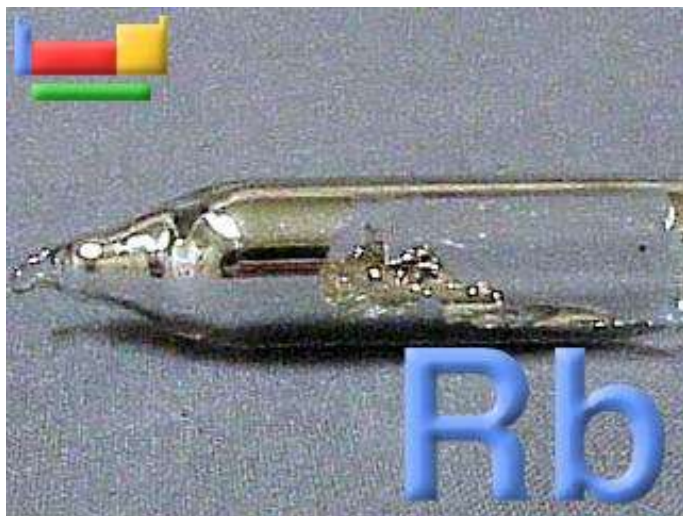
Получение щелочных металлов

$2 \text{NaCl} = 2 \text{Na} + \text{Cl}_2$ электролиз в расплаве

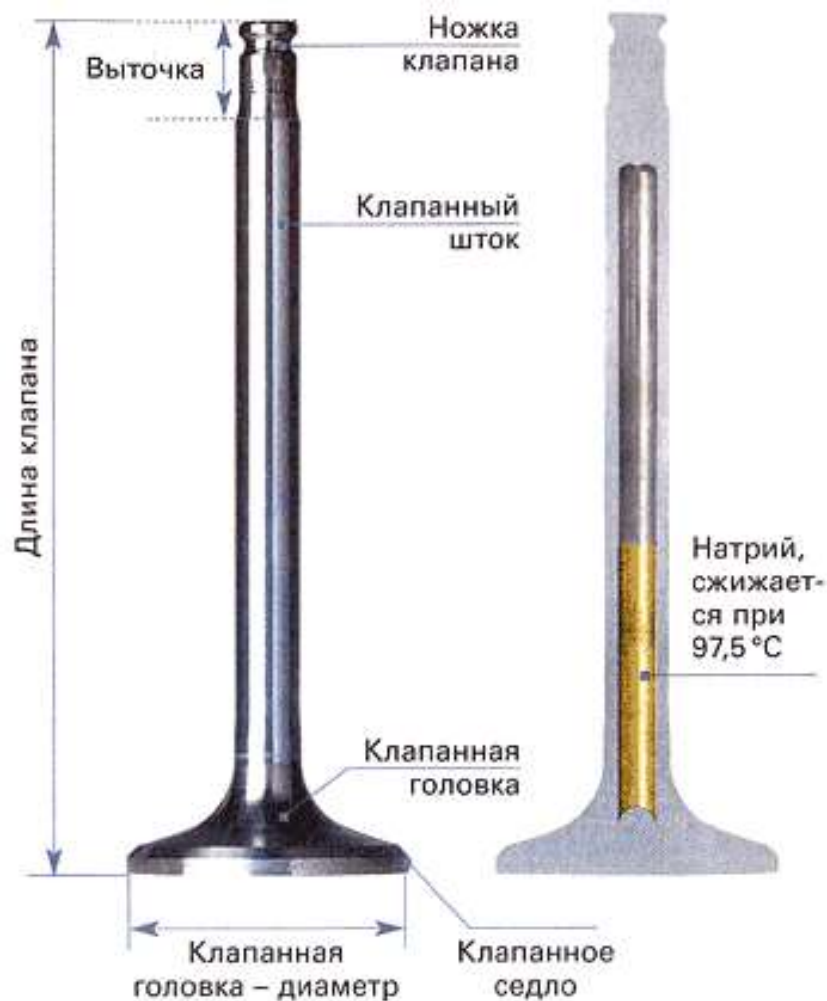
$2 \text{CsCl} + \text{Ca} = 2 \text{Cs} + \text{CaCl}_2$

$2 \text{NaCl} + \text{CaC}_2 = 2 \text{Na} + \text{CaCl}_2 + 2 \text{C}$

$4 \text{KCl} + 4 \text{CaO} + \text{Si} = 4 \text{K} + 2 \text{CaCl}_2 + \text{Ca}_2\text{SiO}_4$



Применение металлических натрия и калия



Клапаны в двигателе внутреннего сгорания - теплоноситель

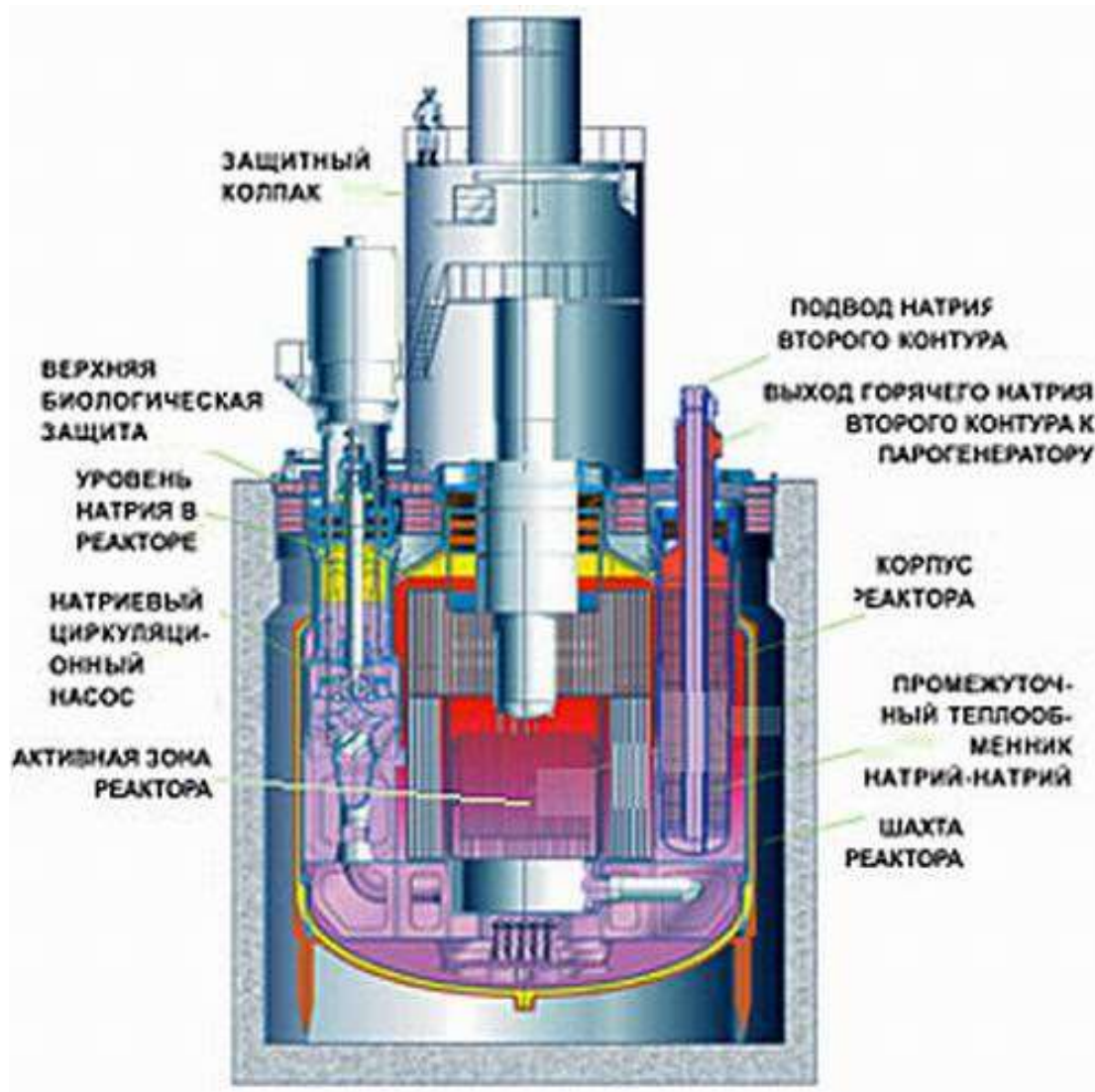
Сплав натрия и калия

Эвтектика имеет состав 77,2 % К и 22,8 % Na и остается жидкой в диапазоне температур от -12.6 до 785°C.

Плотность эвтектики 866 кг/м³ при 21°C и 855 кг/м³ при 100°C.

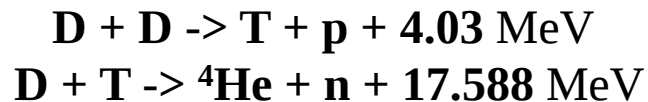
Сплав остается жидким при комнатной температуре при массовой доле калия в сплаве от 40 % до 90 %.

Применение металлических натрия и калия



Ядерный реактор - теплоноситель

Сверхсекретный литий (1)

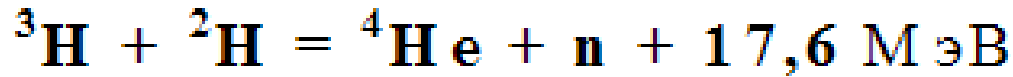


31 Октября 1952 года испытан заряд Mike, мощностью 10.4 Мт, весом 80 т. Термоядерным топливом был жидкий дейтерий. Однако 77% (8 Мегатонн) выхода энергии обеспечил урановый корпус заряда и только остаток (2.4 Мт) приходился на реакцию синтеза.

<http://nuclear-weapons.nm.ru/usa/weapons/first-bombs/termonuclear.htm>

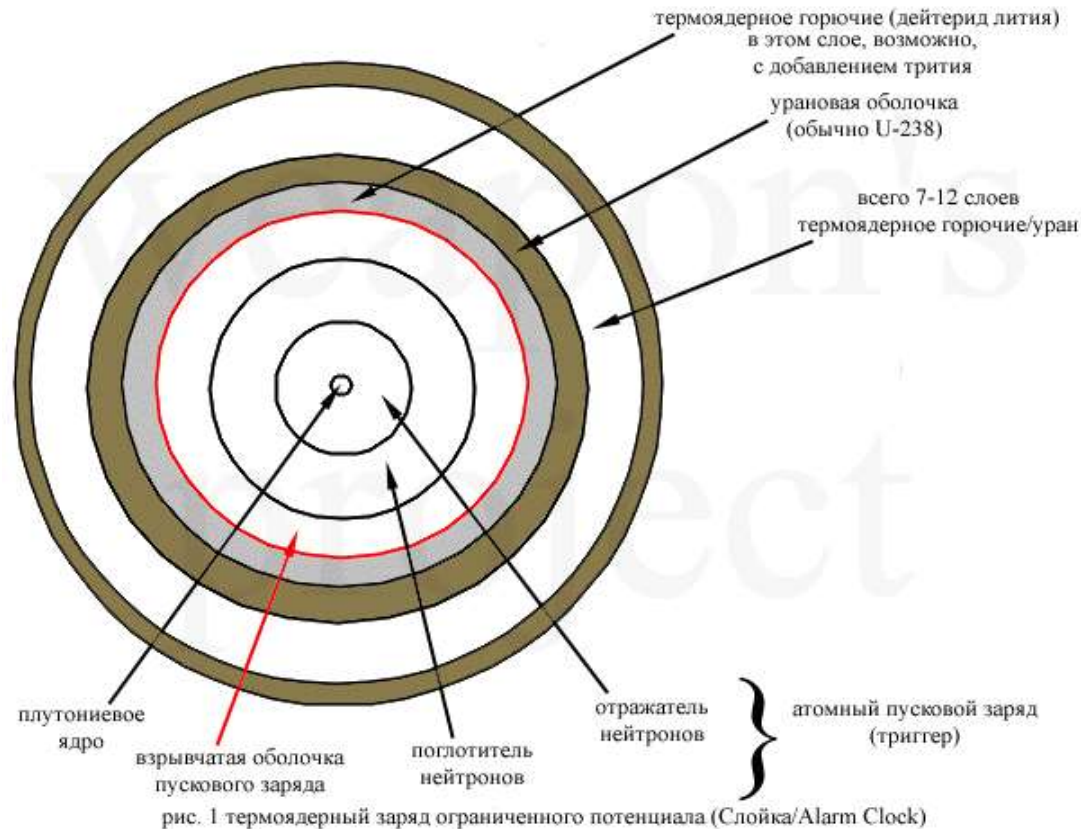


Сверхсекретный литий (2)



(1 МэВ = $9,65 \cdot 10^7$ кДж/моль)

1000 т тротила соответствует 15,5 г ${}^6\text{LiD}$



Одноступенчатый термоядерный заряд
- проект "Слойка"
<http://nuclear-weapons.nm.ru/theory/sloika.htm>

Сверхсекретный литий (3)



Испытание РДС-6с состоялось 12 августа 1953 г.
Энерговыведение - 400 кт. Мощность пускового заряда 40 кт, меньшая часть, 10-20% энергии, выделилось за счет синтеза, остальное - деление нейтронами урановых оболочек.

<http://nuclear-weapons.nm.ru/russia/weapons/first-bombs/termonuclear.htm>

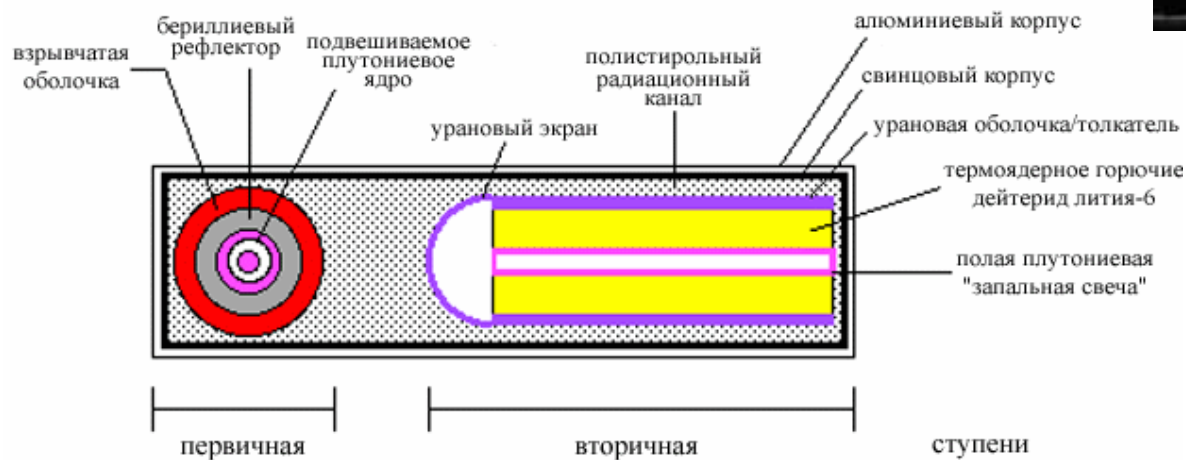


рис. 1 Двухэтапная схема радиационной имплозии Теллера-Улама

Сентябрь 1958 года.

Дважды Герой Соц. труда академик **Андрей Дмитриевич Сахаров**
и трижды Герой Соц. труда академик **Игорь Васильевич Курчатов**



Взрыв 50-мегатонной бомбы (8х2 м, вес 24 т)
произведен 30 октября 1961 года в 11 ч. 32 мин.
над Новой Землей на высоте 4000 м



<http://www.krugosvet.ru/articles/22/1002273/0009475g.htm>
http://atomas.ru/isp/artika2/ch2_03.htm

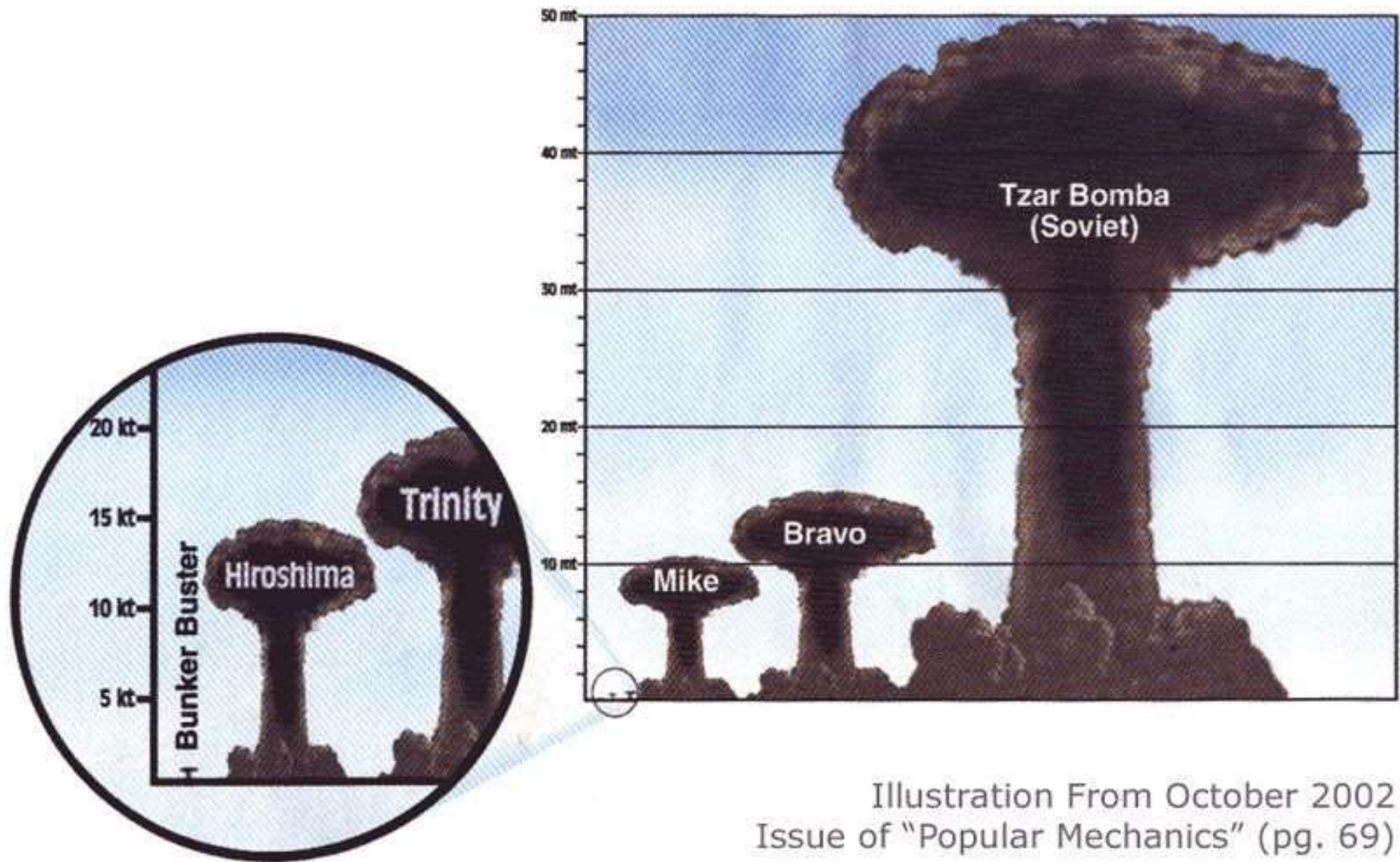
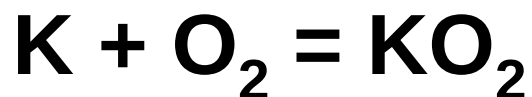
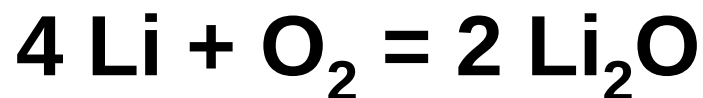
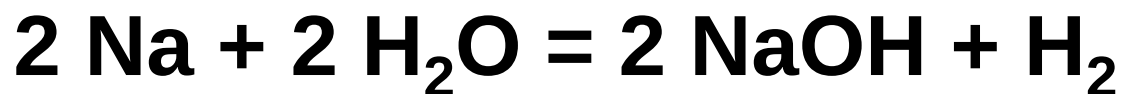
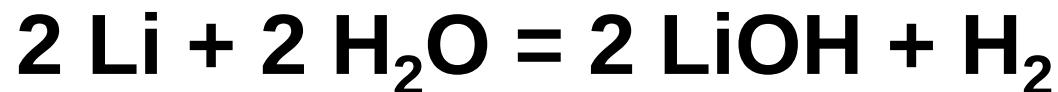
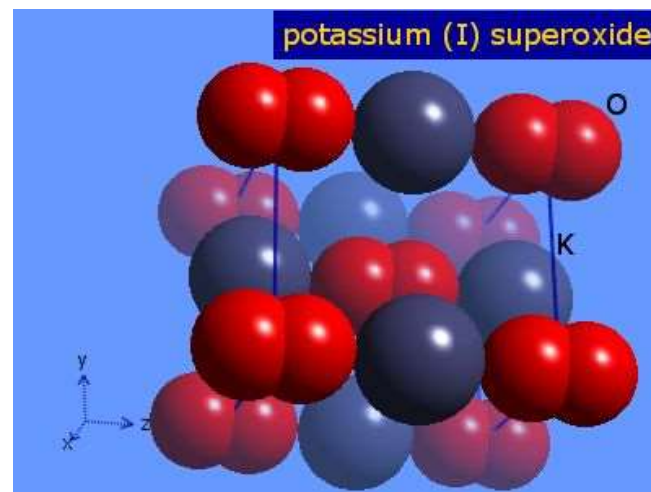


Illustration From October 2002
Issue of "Popular Mechanics" (pg. 69)

Реакции с водой и кислородом.



Кристаллическая
решетка
надпероксида
калия

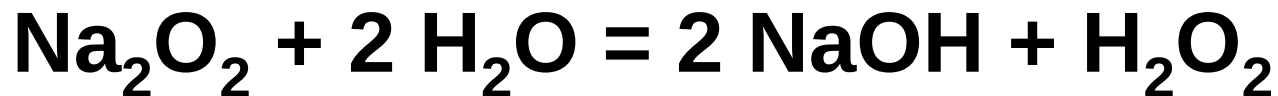
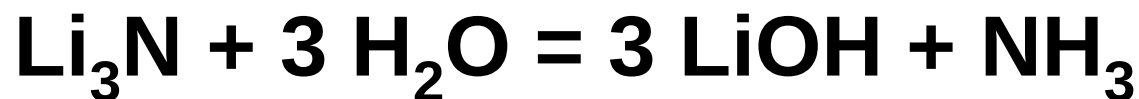
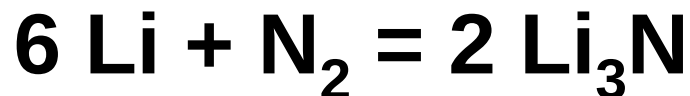


Атомные радиусы элементов

1 H 0,30																	2 He +																															
3 Li 1,52	4 Be 1,11											5 B 0,88	6 C 0,77	7 N 0,70	8 O 0,66	9 F 0,64	10 Ne																															
11 Na 1,89	12 Mg 1,60											13 Al 1,43	14 Si 1,17	15 P 1,10	16 S 1,04	17 Cl 0,99	18 Ar																															
19 K 2,31	20 Ca 1,97	21 Sc 1,60	22 Ti 1,46	23 V 1,31	24 Cr 1,25	25 Mn 1,29	26 Fe 1,26	27 Co 1,26	28 Ni 1,24	29 Cu 1,28	30 Zn 1,33	31 Ga 1,22	32 Ge 1,22	33 As 1,21	34 Se 1,17	35 Br 1,14	36 Kr																															
37 Rb 2,44	38 Sr 2,15	39 Y 1,89	40 Zr 1,57	41 Nb 1,43	42 Mo 1,36	43 Tc 1,30	44 Ru 1,33	45 Rh 1,34	46 Pd 1,38	47 Ag 1,44	48 Cd 1,49	49 In 1,62	50 Sn 1,40	51 Sb 1,41	52 Te 1,37	53 I 1,33	54 Xe																															
55 Cs 2,62	56 Ba 2,17	57-71 La-Lu 1,57		72 Hf 1,43	73 Ta 1,37	74 W 1,37	75 Re 1,34	76 Os 1,35	77 Ir 1,38	78 Pt 1,44	79 Au 1,55	80 Hg 1,71	81 Tl 1,75	82 Pb 1,46	83 Bi 1,40	84 Po 1,40	85 At 1,40	86 Rn																														
87 Fr 2,70	88 Ra 2,70																	89-103 Ac-Lr +																														
																		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu																
																		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																

S1 S27

Реакции с азотом. Пероксиды



Дыхательный аппарат замкнутого типа для боевых пловцов (ИДА) и изолирующий противогаз ИП-5



Индивидуальные дыхательные аппараты ИДА
<http://www.decopro.ru/?m=6&&nid=665>



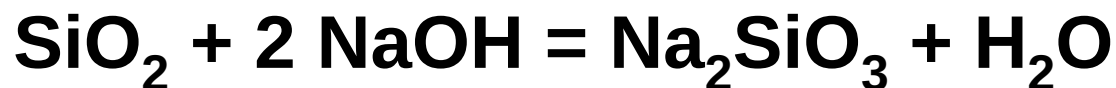
Изолирующий противогаз ИП-5
http://www.ekoxim.ru/pages/products_sizod_ip.php



Гидриды и гидроксиды металлов IА группы



Гидроксиды щелочных металлов разъедают стеклянную и фарфоровую посуду, их нельзя нагревать и в кварцевой посуде:



Гидроксиды натрия и калия **не отщепляют воду** при нагревании вплоть до температур их кипения (более 1300°C).

Соды



а) кальцинированная сода, безводная сода, бельевая сода

или просто сода – карбонат натрия Na_2CO_3 ;

б) кристаллическая сода – кристаллогидрат карбоната натрия

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;

в) двууглекислая или питьевая – гидрокарбонат натрия

NaHCO_3 ;

г) гидроксид натрия NaOH называют каустической содой

или каустиком (от греч. $\kappa\alpha\upsilon\sigma\tau\iota\kappa\omicron\varsigma$ – каустикос – жгучий, едкий).

Важнейшие химические продукты в 1990 г [*]

Сталь (Fe)	742 млн.т	Водород H ₂	40
Кокс (C)	361	Едкий натр NaOH	36,5
Серная кислота H ₂ SO ₄	136	Сера S	33
Сахар C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	110	Кальцинированная сода Na ₂ CO ₃	30,5
Негашеная известь CaO	109	Азотная кислота HNO ₃	27,4
Аммиак NH ₃	97,3	Полиэтилен (CH ₂) _n	25,5
Этанол C ₂ H ₅ OH	90	Фосфорная кислота H ₃ PO ₄	25
Хлор Cl ₂	47	Алюминий Al	23,2
Этилен C ₂ H ₄	46,7	Соляная кислота HCl	12



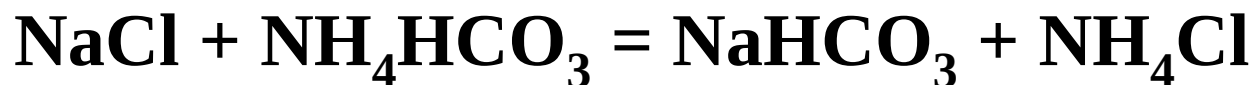
Li

*Энциклопедия Аванта+, том.17, Химия, М. 2000, стр. 565

Получение соды



Соду в промышленности получают по методу Сольве (1863 г.):



Аммиак затем выделяют при добавлении гашеной извести:



Единственный отход - хлорид кальция

(ХКМ – хлорид кальция модифицированный).

Сода на кухне



При кипячении водного раствора пищевой соды (гидрокарбоната натрия) он превращается в карбонат:



Карбонат аммония начинает разлагаться уже при 20⁰С:



Гидрокарбонат аммония используется как разрыхлитель теста («пекарский порошок»), поскольку разлагается при 60⁰С:



Натрий дома



Металлический блеск

(The Lord of the Rings: Return of the King, 2003)

04:22



КОВКОСТЬ

(The Lord of the Rings: Return of the King, 2003)

0:24



Кристаллизация свинца Pb-kr-tV1 01:27



$t^0_{пл.}$
 327°C



Кристаллизация олова

Sn-kr-tV1 02:35



$t^0_{пл.}$
 232°C



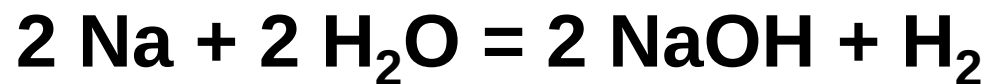
Реакция лития с водой

Li-H2O-8-ttV1 1:28



Реакция 0,3 г натрия с водой

Na2-h2O-8-tt-V1 0:54



Реакция 3 г натрия с водой

Na2-h2Ovzr08-tt-V1 0:41



BB3-08



NiGMA.RU

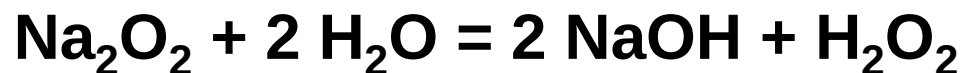
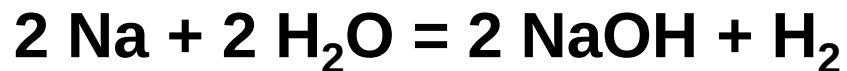
интеллектуальная поисковая система



Горение натрия в воде

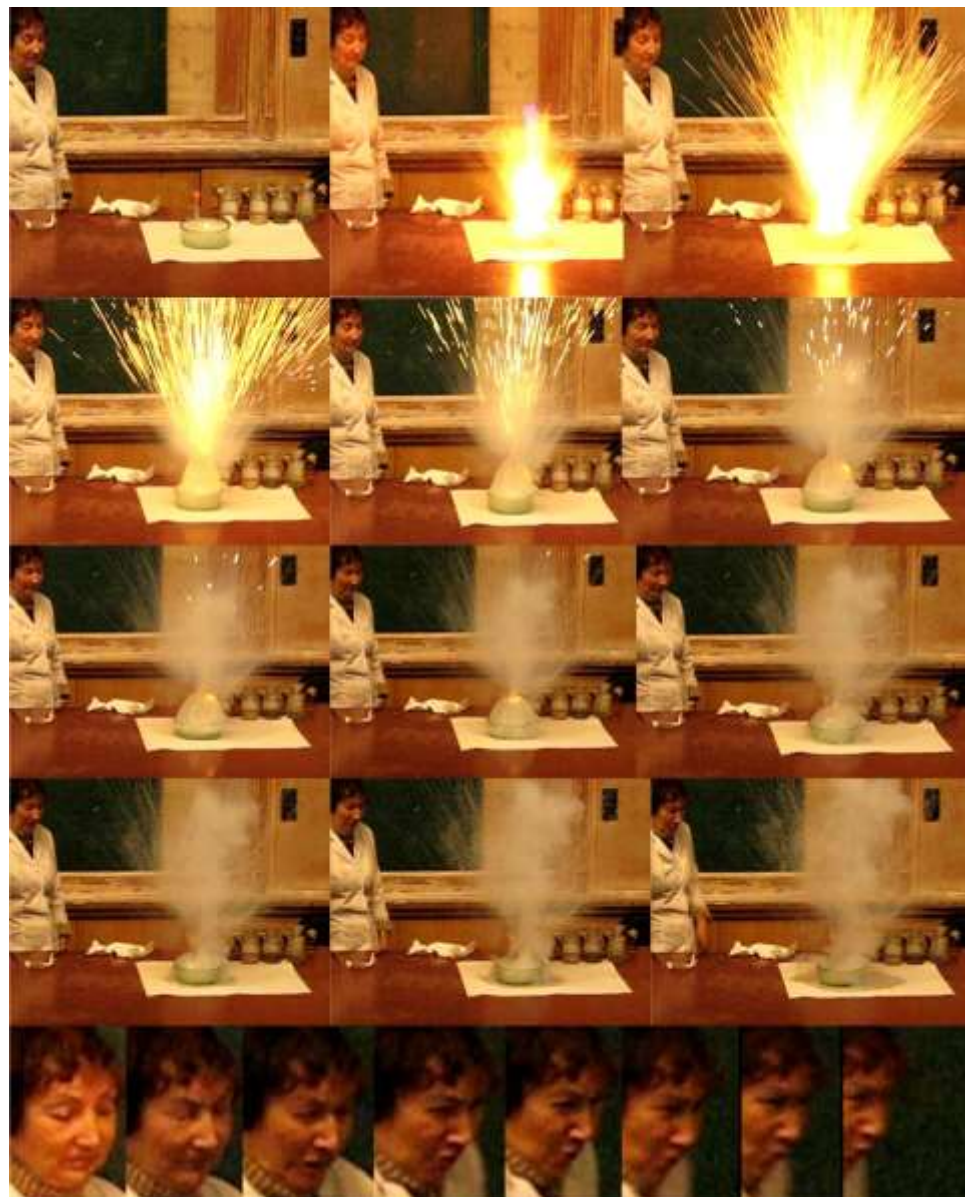
Реакция 3 г натрия с водой

Na2-h2Ovzr08-tt-V1 0:41





Взрыв натрия на лекции ВВЗ 08.12.07 Na-explosV1 0: 46

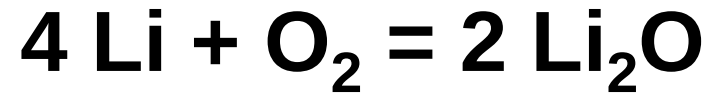


Реакция 2 г калия с водой

K-h2Ovzr08-tt-V1 0:41

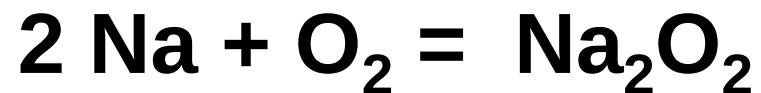


Горение лития на воздухе LiO-tt-krw72p 0:59



Горение натрия на воздухе

NaO-tt-krw72p 0:38



Горение калия на воздухе KO-tt-krw72p 0:42



ИДА в действии

(х/ф «Их знали только в лицо», 1966) 01:57



Боевые пловцы ВМФ (2008)



Боевые пловцы ВМФ (2008)



ИДА с острова Майский



Боевые пловцы ВМФ (2009)





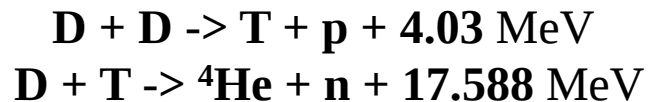
Реакция серы с натрием Na₂S-t 1:03



Некоторые другие реакции



Сверхсекретный литий (1)

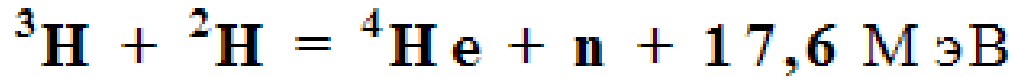


31 Октября 1952 года испытан заряд Mike, мощностью 10.4 Мт, весом 80 т. Термоядерным топливом был жидкий дейтерий. Однако 77% (8 Мегатонн) выхода энергии обеспечил урановый корпус заряда и только остаток (2.4 Мт) приходился на реакцию синтеза.

<http://nuclear-weapons.nm.ru/usa/weapons/first-bombs/termonuclear.htm>

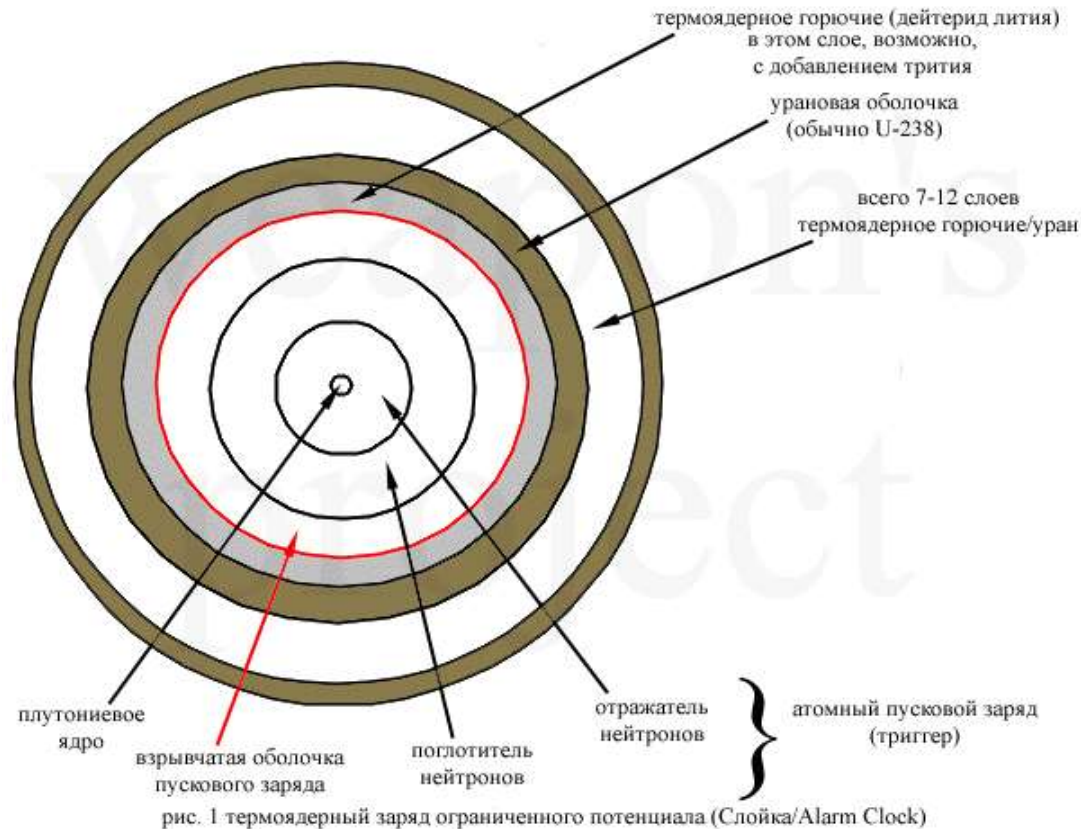


Сверхсекретный литий (2)



(1 МэВ = $9,65 \cdot 10^7$ кДж/моль)

1000 т тротила соответствует 15,5 г ${}^6\text{LiD}$



Одноступенчатый термоядерный заряд
- проект "Слойка"
<http://nuclear-weapons.nm.ru/theory/sloika.htm>

Сверхсекретный литий (3)



Испытание РДС-6с состоялось 12 августа 1953 г.
Энерговыведение - 400 кт. Мощность пускового заряда 40 кт, меньшая часть, 10-20% энергии, выделилось за счет синтеза, остальное - деление нейтронами урановых оболочек.

<http://nuclear-weapons.nm.ru/russia/weapons/first-bombs/termonuclear.htm>

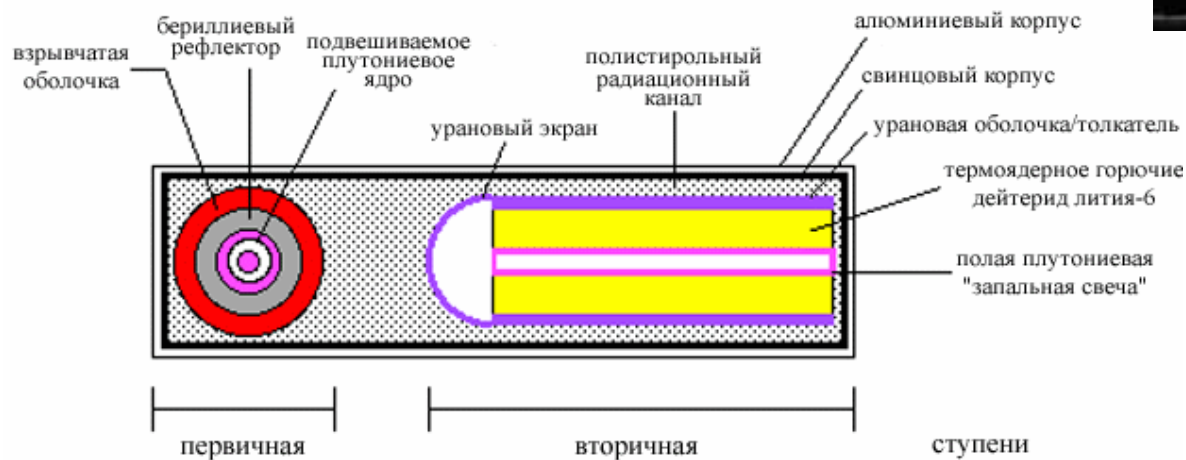


рис. 1 Двухэтапная схема радиационной имплозии Теллера-Улама

Сентябрь 1958 года.

Дважды Герой Соц. труда академик **Андрей Дмитриевич Сахаров**
и трижды Герой Соц. труда академик **Игорь Васильевич Курчатов**



Взрыв 50-мегатонной бомбы (8х2 м, вес 24 т)
произведен 30 октября 1961 года в 11 ч. 32 мин.
над Новой Землей на высоте 4000 м



<http://www.krugosvet.ru/articles/22/1002273/0009475g.htm>
http://atomas.ru/isp/artika2/ch2_03.htm

Н.И.Морозова и Н.Болоболова (Саров, 2014)



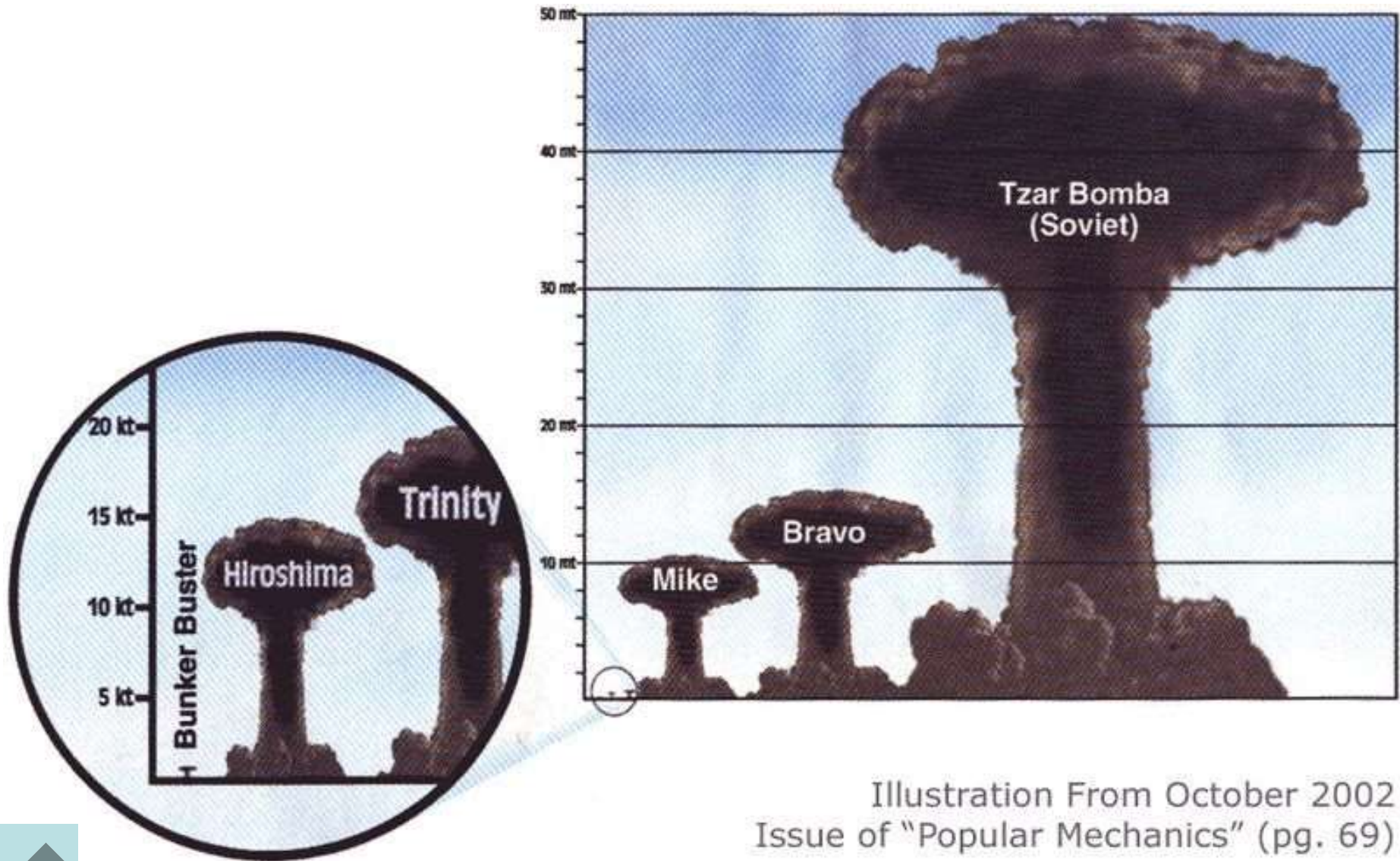


Illustration From October 2002
Issue of "Popular Mechanics" (pg. 69)

