

V	
а	б
N 7 АЗОТ 14,007	
P 15 ФОСФОР 30,974	
As 33 МЫШЬЯК 74,922	
Sb 51 СУРЬМА 121,75	
Bi 83 ВИСМУТ 208,98	

Элементы V группы главной подгруппы

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																		
	A I	II	III	IV	V	VI	VII	A	VIII								B		
1	H Hydrogenium Водород 1.00794							(H)	He Helium Гелий 4.002602										
2	Li Lithium Литий 6.941	Be Beryllium Бериллий 9.0122	B Borium Бор 10.811	C Carboneum Углерод 12.011	N Nitrogenium Азот 14.007	O Oxygenium Кислород 15.999	F Fluorum Фтор 18.998	Ne Neon Неон 20.179											
3	Na Natrium Натрий 22.99	Mg Magnesium Магний 24.305	Al Aluminium Алюминий 26.9815	Si Silicium Кремний 28.086	P Phosphorus Фосфор 30.974	S Sulfur Сера 32.066	Cl Chlorium Хлор 35.453	Ar Argon Аргон 39.948											
4	K Kalium Калий 39.098	Ca Calcium Кальций 40.08	Sc Scandium Скандий 44.956	Ti Titanium Титан 47.90	V Vanadium Ванадий 50.941	Cr Chromium Хром 51.996	Mn Manganum Марганец 54.938	Fe Ferrum Железо 55.847	Co Cobaltum Кобальт 58.933	Ni Niccolum Никель 58.70									
		Cu Cuprum Медь 63.546	Zn Zincum Цинк 65.39	Ga Gallium Галлий 69.72	Ge Germanium Германий 72.59	As Arsenicum Мышьяк 74.992	Se Selenium Селен 78.96	Br Bromum Бром 79.904	Kr Kryptonum Криптон 83.80										
5	Rb Rubidium Рубидий 85.468	Sr Strontium Стронций 87.62	Y Yttrium Иттрий 88.906	Zr Zirconium Цирконий 91.22	Nb Niobium Ниобий 92.906	Mo Molybdaenum Молибден 95.94	Tc Technetium Технеций 97.91	Ru Ruthenium Рутений 101.07	Rh Rhodium Родий 102.906	Pd Palladium Палладий 106.4									
		Ag Argentum Серебро 107.868	Cd Cadmium Кадмий 112.41	In Indium Индий 114.82	Sn Stannum Олово 118.71	Sb Stibium Сурьма 121.75	Te Tellurium Теллур 127.60	I Iodum Иод 126.9045	Xe Xenonum Ксенон 131.29										
6	Cs Cesium Цезий 132.905	Ba Barium Барий 137.33	La* Lanthanum Лантан 138.9055	Hf Hafnium Гафний 178.49	Ta Tantalum Тантал 180.9479	W Wolframium Вольфрам 183.85	Re Rhenium Рений 186.207	Os Osmium Осмий 190.2	Ir Iridium Иридий 192.22	Pt Platinum Платина 195.08									
		Au Aurum Золото 196.967	Hg Hydrargyrum Ртуть 200.59	Tl Thallium Таллий 204.38	Pb Plumbum Свинец 207.19	Bi Bismuthum Висмут 208.980	Po Polonium Полоний 209.99	At Astatium Астат 209.99	Rn Radonum Радон [222]										
7	Fr Francium Франций [223]	Ra Radium Радий [226]	Ac** Actinium Актиний [227]	Rf Rutherfordium Фезерфордий [261]	Db Dubnium Дубний [262]	Sg Seaborgium Сиборгий [263]	Bh Bohrium Борий [262]	Hs Hassium Хассий [265]	Mt Meitnerium Мейтнерий [269]										
	формулы высших оксидов		R_2O		RO		R_2O_3		RO_2		RO_2		RO_3		R_2O_7		RO_4		
	формулы летучих одноородных соединений		RH_4		RH_3		RH_2		RH										
ЛАНТАНОИДЫ*	58 140.12 Ce Cerium Церий	59 140.908 Pr Praseodymium Прасеодим	60 144.24 Nd Neodymium Неодим	61 144.91 Pm Promethium Прометий	62 150.36 Sm Samarium Самарий	63 151.96 Eu Europium Европий	64 157.25 Gd Gadolinium Гадолий	65 158.926 Tb Terbium Тербий	66 162.50 Dy Dysprosium Диспрозий	67 164.930 Ho Holmium Гольмий	68 167.26 Er Erbium Эрбий	69 168.934 Tm Thulium Тулий	70 173.04 Yb Ytterbium Иттербий	71 174.967 Lu Lutetium Лютеций					
АКТИНОИДЫ**	90 231.04 Th Thorium Торий	91 231.04 Pa Protactinium Протактиний	92 238.03 U Uranium Уран	93 237.05 Np Neptunium Нептуний	94 244.06 Pu Plutonium Плутоний	95 243.06 Am Americium Америций	96 247.07 Cm Curium Кюрий	97 247.07 Bk Berkelium Берклий	98 251.08 Cf Californium Калифорний	99 252.08 Es Einsteinium Эйнштейний	100 257.10 Fm Fermium Фермий	101 258.10 Md Mendelevium Менделеев	102 259.10 No Nobelium Нобелий	103 260.10 Lr Lawrencium Лавренций					

Периоды	Ряды	Группы элементов									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	1	H 1 1.00797 Водород							He 2 4,003 Гелий		
II	2	Li 3 6,939 Литий	Be 4 9,012 Бериллий	B 5 10,811 Бор	C 6 12,011 Углерод	N 7 14,0067 Азот	O 8 15,996 Кислород	F 9 18,9984 Фтор	Ne 10 20,18 Неон		
III	3	Na 11 22,9898 Натрий	Mg 12 24,312 Магний	Al 13 26,9815 Алюминий	Si 14 28,086 Кремний	P 15 30,9738 Фосфор	S 16 32,064 Сера	Cl 17 35,453 Хлор	Ar 18 39,948 Аргон		
IV	4	K 19 39,102 Калий	Ca 20 40,08 Кальций	Sc 21 44,956 Скандий	Ti 22 47,90 Титан	V 23 50,942 Ванадий	Cr 24 51,996 Хром	Mn 25 54,938 Марганец	Fe 26 55,847 Железо	Co 27 58,933 Кобальт	Ni 28 58,71 Никель
	5	Cu 29 63,546 Медь	Zn 30 65,37 Цинк	Ga 31 69,72 Галлий	Ge 32 72,59 Германий	As 33 74,9216 Мышьяк	Se 34 78,96 Селен	Br 35 79,904 Бром	Kr 36 83,8 Криптон		
V	6	Rb 37 85,47 Рубидий	Sr 38 87,62 Стронций	Y 39 88,9059 Иттрий	Zr 40 91,224 Цирконий	Nb 41 92,906 Ниобий	Mo 42 95,94 Молибден	Tc 43 99 Технеций	Ru 44 101,07 Рутений	Rh 45 102,905 Родий	Pd 46 106,4 Палладий
	7	Ag 47 107,868 Серебро	Cd 48 112,41 Кадмий	In 49 114,82 Индий	Sn 50 118,71 Олово	Sb 51 121,75 Сурьма	Te 52 127,60 Теллур	I 53 126,904 Йод	Xe 54 131,3 Ксенон		
VI	8	Cs 55 132,905 Цезий	Ba 56 137,34 Барий	La 57 138,81 Лантан	Hf 72 178,49 Гафний	Ta 73 180,9479 Тантал	W 74 183,85 Вольфрам	Re 75 186,2 Рений	Os 76 190,2 Осмий	Ir 77 192,2 Иридий	Pt 78 195,09 Платина
	9	Au 79 196,966 Золото	Hg 80 200,59 Ртуть	Tl 81 204,383 Таллий	Pb 82 207,2 Свинец	Bi 83 208,98 Висмут	Po 84 208,982 Полоний	At 85 210 Астат	Rn 86 [222] Радон		
VII	10	Fr 87 [223] Франций	Ra 88 [226] Радий	Ac 89 227,028 Актиний	Rf 104 [261] Резерфордий	Ds 110 [262] Дубний	Sg 106 [263] Сборгий	Bh 107 [262] Борий	Hs 108 [265] Хассий	Mt 109 [266] Мейтнерий	

Галогены



Общая характеристика

- К элементам V группы, главной подгруппы относятся азот **N**, фосфор **P**, мышьяк **As**, сурьма **Sb**, висмут **Bi**

Общее название - пниктогены

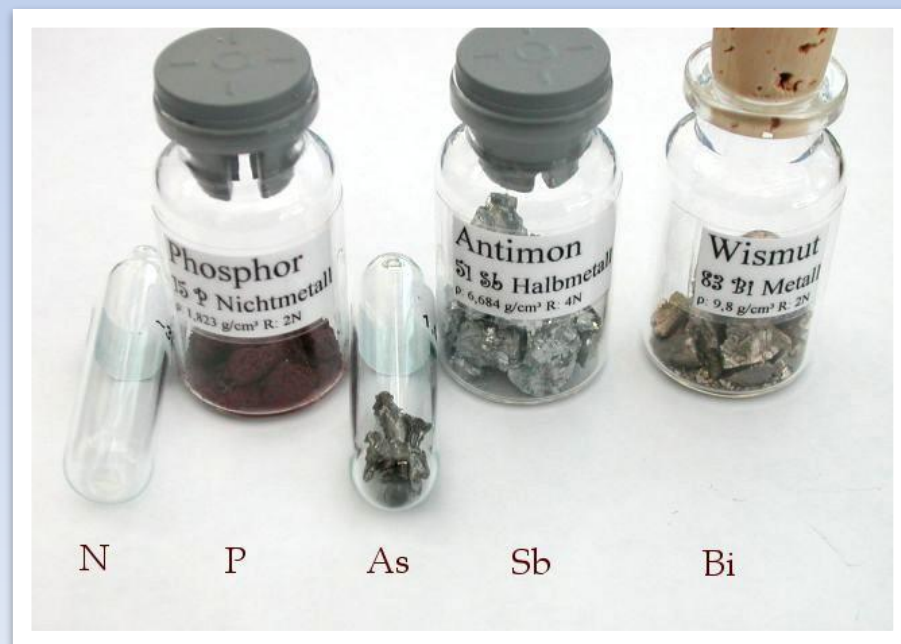
(греческий корень "пникт" - "удушливый", "плохо пахнущий"),

Так охарактеризованы запахи водородных соединений этих элементов

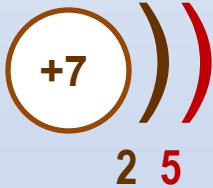
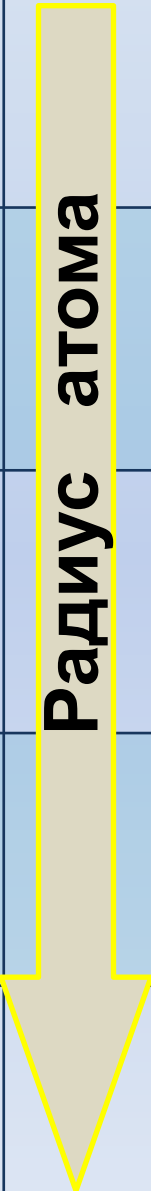

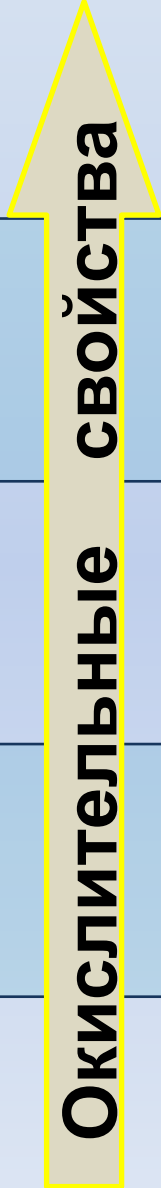
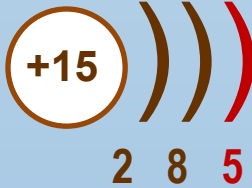



N, P - типичные неметаллы

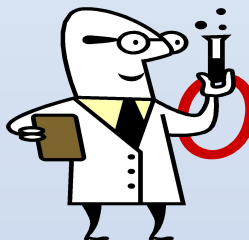
As, Sb - проявляют неметаллические и металлические свойства

Bi - типичный металл



Строение атомов

Азот	N	 <p>+7 2 5</p>	0; -3; +1 до +5	 <p>Радиус атома</p>	 <p>Электроотрицательность</p>	 <p>Окислительные свойства</p>
Фосфор	P	 <p>+15 2 8 5</p>	0; -3; +3; +5			
Мышьяк	As	 <p>+33 2 8 18 5</p>	0; -3; +3; +5			
Сурьма	Sb	 <p>+51 2 8 18 18 5</p>	0; -3; +3; +5			
Висмут	Bi	 <p>+83 2 8 18 32 18 5</p>	0; -3; +3; +5			



Общая характеристика

- nS^2nP^3 – строение внешнего энергетического уровня
- На внешнем уровне 5 электронов
- Увеличивается количество энергетических уровней в атоме
- Увеличивается радиус атома
- ослабляется притяжение валентных электронов к ядру
- ослабляются неметаллические и окислительные свойства
- возрастают металлические и восстановительные свойства
- ЭО уменьшается
- Низшая степень окисления в соединениях -3
- Высшая степень окисления в соединениях $+5$

Высшая степень окисления в соединениях равна +5; низшая степень окисления равна —3 (кроме Sb и Bi).

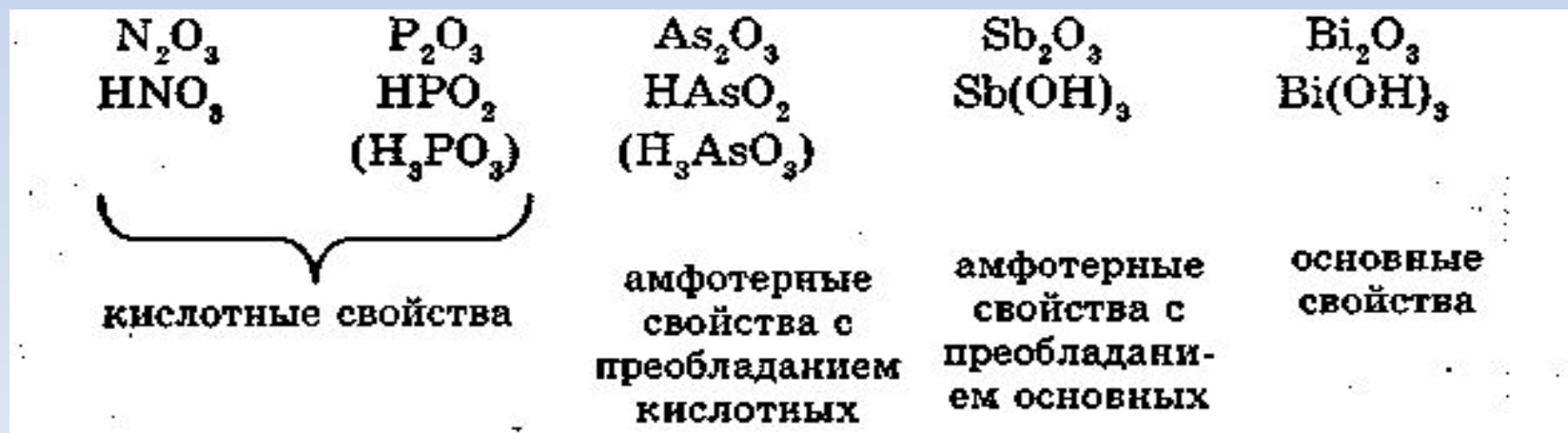
В связи с этим высшие оксиды имеют общую формулу R_2O_5 , а водородные соединения — RH_3 . Из промежуточных степеней окисления +3 является общей для всех элементов.

Изменение свойств элементов по мере увеличения атомного радиуса (сверху вниз по подгруппе) происходит гораздо более резко, чем в главных подгруппах VII и VI групп.

Физические свойства простых веществ

Вещество	Агрегатное состояние	Цвет	Свойства	t пл	t кип
N₂	Газ	Бесцветный	Неметалл	-210	-196
P	Твердый	Желтый Красный Чёрный	Неметалл	44,1	280
As	Кристаллы	Серый	Неметаллические и металлические свойства	613	
Sb	Кристаллы	Серый	Неметаллические и металлические свойства	630,7	1750
Bi	Кристаллы	Серый	Металл	271,3	1560

Первые два элемента (азот и фосфор) являются **типичными неметаллами**, мышьяк уже проявляет признаки металличности, значительно усиливающиеся у сурьмы и висмута, которые принадлежат к металлам. Эти различия проявляются как в свойствах простых веществ, образуемых элементами, так и в свойствах сложных веществ, прежде всего оксидов и гидроксидов:



Характер кислородных соединений

Кислотный характер высших оксидов уменьшается, а основной – усиливается с увеличением порядкового номера	Кислотный характер гидроксидов уменьшается, а основной – усиливается с увеличением порядкового номера
N_2O_5	HNO_3
P_2O_5	H_3PO_4
As_2O_5	H_3AsO_4
Sb_2O_5	H_3AsO_4
Bi_2O_5	$Bi(OH)_3$

Из истории открытия азота

Впервые азот был открыт английским ученым Д. Резерфордом в 1772 г. Его свойства исследовали ученые К. Шееле, Г. Кавендиш, Дж. Пристли, А. Лавуазье. Знаменитый ученый А. Лавуазье совместно с другими учеными предложил термин «азот», что в переводе с греческого означает «безжизненный». Но не прошло и полувека, как выяснилось, что «безжизненный» азот — это один из элементов жизни — входит в состав белков.

N

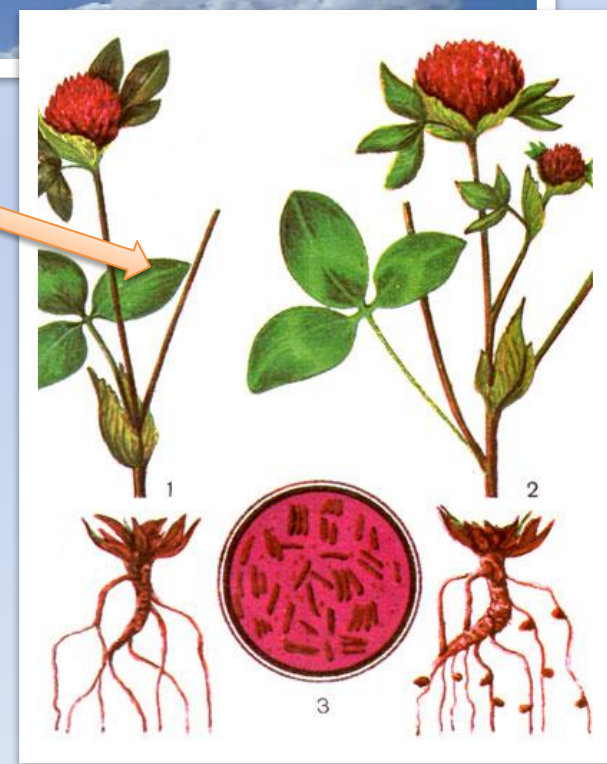
7

14,007

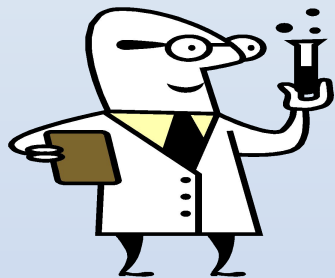
5

2

Азот



природная селитра



Значение азота

- Азот- жизненно важный элемент.
- Все основные части клеток организма построены из белковых молекул, в состав которых входят атомы азота. Без белка нет жизни, а без азота нет белка.
- Азот входит в состав растительных белков, а животные получают готовые белковые вещества от растений, в животном организме содержится от 1 – 10 % азота по массе.
- Большое значение имеют особые бактерии, которые живут в клубеньках на корнях бобовых растений (*клубеньковые бактерии*). Эти бактерии превращают атмосферный азот в соединения, которые могут усваивать растения.

В природе основная часть азота находится в свободном состоянии (N_2).

Из неорганических соединений азота только натриевая селитра (нитрат натрия $NaNO_3$) в виде пластов имеется на побережье Тихого океана в Чили.

В составе сложных органических соединений (белков, нуклеиновых кислот) азот присутствует во всех живых организмах.

Фосфор



в земной коре $8 \cdot 10^{-2}$ % по массе



33

As

5

74,9

18

8

2



Мышьяк

- Мышьяк — редкий элемент.
- содержание в земной коре $1,7 \cdot 10^{-4}\%$ по массе
- может встречаться в самородном состоянии
- известно около 200 мышьяксодержащих минералов




Арсенопирит FeAsS



Аурипигмент As_2S_3

Sb **51**
121,7
5
18
18
8
2



Сурьма

- Природная сурьма является смесью двух изотопов: ^{121}Sb (57,36 %) и ^{123}Sb (42,64 %)
- Напоминая внешним видом металл, кристаллическая сурьма обладает большей хрупкостью и меньшей тепло- и электропроводностью

- Является компонентом свинцовых сплавов, увеличивающим их твёрдость и механическую прочность
- Применяется в полупроводниковой промышленности



Bi**83****121,7****5****18****32****18****8****2**

Висмут

- Природный висмут состоит из одного изотопа ^{209}Bi
- Висмут в твёрдом состоянии имеет меньшую плотность, чем в жидком

Сплавы висмута с другими легкоплавкими веществами (оловом, свинцом, ртутью, цинком) обладают очень низкой температурой плавления (некоторые — ниже температуры кипения воды, а наиболее легкоплавкий состав с висмутом имеет температуру плавления около $+41\text{ }^{\circ}\text{C}$)

